



NOSITEL  
VYZNAMENÁNÍ  
ZA BRANNOU  
VÝCHOVU  
I. a II. STUPNĚ

CASOPIS PRO ELEKTRONIKU  
A AMATÉRSKÉ VYSÍLÁNÍ  
ROČNIK XXXIII (LXII) 1984

### Konstrukční příloha OBSAH

Cílevědomě se závěry	1
VII. sjezdu Svazarmu	.....
Začněte také na RTTY	3
Generátor hodinových impulsů pro elektronická zařízení RTTY	5
Co nabídla firma Marconi v roce 1926	8
První spojení přes Atlantik zopakováno po 60 letech	9
RDS Moskva prakticky	10
Nf zesílovač	14
Absorpční vlnoměr 200 až 900 MHz s velkou citlivostí	27
Jednoduchový mikropočítač BOB-85.42	42
Elektrolytické kondenzátory a jejich vlastnosti	69
Účinná směrová anténa pro převáděče v pásmu 2 m	75
Jednoduchá metoda k určování efektivní hodnoty střídavého napětí v obvodech s tyristory nebo triaky	78
Dělička kmitočtu do 200 MHz	79

### Amatérské radio Konstrukční příloha

**Vydává** ÚV Svazarmu ve Vydavatelství  
**NAŠE VOJSKO**, Vladislavova 26, 113 66 Praha 1; tel. 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. Jan Klaba, zástupce šéfredaktora Luboš Kalousek, OK1FAC.

**Redakční rada:** RNDr. V. Brunnhofner, OK1HAQ, V. Brzák, OK1DDK, K. Donát, OK1DY, ing. O. Filippi, V. Gazda, A. Glanc, OK1GW, M. Háša, Z. Hradík, P. Horák, J. Hudec, OK1RE, ing. J. Jaroš, ing. F. Králik, RNDr. L. Kryška, J. Kroupa, V. Němec, ing. O. Petráček, OK1NB, ing. F. Smolík, OK1ASF, ing. E. Smutný, ing. M. Šredl, OK1NL, doc. ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny K. Gottwalda, J. Vorlíček. Redakční radu řídí ing. J. T. Hyun.

**Redakce:** Jungmannova 24, 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, ing. J. Klaba I. 354, L. Kalousek, OK1FAC, ing. P. Engel, A. Hothans I. 353, ing. A. Mysík, OK1AMY, P. Havlíš, OK1PFM, I. 348, sekretariát T. Trnková I. 355.

Cena výtisku 10 Kčs. Rozšířuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil Vydavatelství NAŠE VOJSKO, administrace, Jungmannova 24; 113 66 Praha 1. Objednávky do zahraničí využívejte PNS, vývoz tisku: Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne NAŠE VOJSKO, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710.

Záruka původnosti a správnosti příspěvku ručí autor.

Dáno do tisku 4. 6. 1984. Podle plánu má výjít tato příloha v prosinci 1984.

Číslo indexu 46 043. ISSN 0322-9572.

© Vydavatelství NAŠE VOJSKO, Praha 1984.

# Cílevědomě se závěry VII. sjezdu Svazarmu

Dělí nás, rok efektivní práce od nejvýznamnějšího mezníku svazarmovského hnutí, od jeho celostátního sjezdu. Sjezdovým jednáním vyústilo veškeré poctivé úsilí, společenská, branná a pracovní aktivity více než miliónu členů za důstojné splnění úkolů postavených před brannou, vlasteneckou organizací sjezdy KSC. Celé předsjezdové období od výročních schůzí až po celostátní sjezd dokumentovalo výrazně pevné odsudlání, vůli a podporu vnitřní a zahraniční politice KSC, socialistického státu a činnosti Národní fronty.

I když už řada organizací začala v širokém mříži rozvíjet a uplatňovat výsledky sjezdového jednání ve své práci, je stále ještě nemálo organizací, kde jaksi opomenuli provést hlubší analýzu své činnosti zejména v smyslu závěrečné Rezoluce VII. sjezdu a ofenzivněji uplatnit její závěry. Nebude proto od věci, když si některé části této Rezoluce ještě připomeneme, stejně jako některé myšlenky obsažené ve zprávě o činnosti, přednesené na sjezdovém jednání předsedou ÚV Svazarmu generálporučíkem Václavem Horáčkem.

Důležitou roli má ve Svazarmu zájmová branná činnost. Jejím posláním je umožňovat nejširší veřejnosti, zejména mládeži, aby realizací svých osobních schopností a zálib přispívala k plnění úkolů spjatých s obranou socialistické vlasti. Dobrým základem pro realizaci tohoto poslání se staly koncepce činnosti jednotlivých odborností.

Vývoj uplynulých let potvrdil, že svazarmovci ve velké většině pochopili poslání a úkoly zájmové branné činnosti. Zvýšil se počet mládeže i dospělých zapojených do odborných činností. Potvrzuje se, že zaujetím pro věc, píši a obětavostí lze dosáhnout dobrých výsledků ve zvyšování profesionální připravenosti, v růstu znalostí, a dovednosti členů.

V rozvoji zájmové branné činnosti bylo v předešlém období dosaženo nemálo úspěchů. Nebylo by však správné nevidět, i nedostatky a problémy. Spočívají zejména ve skutečnosti, že se ještě pomalu reaguje na nové technické obory. Málo se dříve rozvíjet elektroniku a radioamatérství i využívání elektroniky v dalších odbornostech. Zájmovou brannou činnost bude proto třeba více orientovat na zabezpečení růstu technických znalostí a dovedností zejména v oblasti elektronických aplikací. V této oblasti budou v brzké době vznikat další zájmové činnosti, jako například automatizované systémy a robotizace, využití optoelektroniky, interaktivní videosystémy aj.

Býlo by jisté účelné vytvořit ve Svazaru pro všechny tyto činnosti jednotné odborně metodické řízení. Po hlubší analýze však dospěly příslušné orgány, mezi nimi i bývalé ústřední rady elektroakustiky a videotechniky a radioamatérství k závěru, že v nastávající etapě bude účelné zachovat rady radioamatérství na všech stupních a ostatní obory elektroniky včetně všech jejich aplikací rozvíjet v rámci elektroniky. V základních organizacích Svazarmu si kluby podle tradice a skutečného obsahu práce ponechají nebo upřesní své názvy a obsah činnosti. Největším omylem bylo považovat toto rozhodnutí ústředního výboru Svazarmu za příkaz omezit činnost a rozvoj čehokoli, co ve Svazarmu prokázalo životaschopnost a politickou i odbornou angažovanost.

Sjezdová zpráva konstatovala, že v odbornostech radioamatérství a elektroniky byly plněny významné úkoly zejména při podněcování zájmu mládeže o zvyšování technických znalostí a tvorivou vědeckotechnickou aktivitu. Prostřednictvím radioamatérství a elektroniky přispěl Svazarm k přípravě specialistů pro naši lidovou armádu i pro národní hospodářství. Dobrou propagací elektroniky a radioamatérství se staly výstavy technické tvorivosti, audiovizuální programy s brannou a revoluční tematikou a účast na přehlídce Zenit. Přes všechny úspěchy se však nemůžeme spokojit s tím, že obě odbornosti, i když je o jejich činnost velký zájem, nedokázaly podchytit podstatně větší počet mladých lidí pro trvalou práci v základních organizacích a klubech. S ministerstvem elektrotechnického průmyslu chceme na základě dohody o spolupráci podněcovat zájem o rozvoj mikroelektroniky, výpočetní a měřicí techniky a dalších oboru.

V oblasti hospodaření a materiálního zabezpečení upozornil sjezd na některé nedostatky i případy finanční nekázny. Konstatoval, že je třeba zpřesnit rozpočtování a užití finančních zdrojů, které jsou k dispozici. Je třeba projevit i více iniciativy při rozšiřování možností příjmů z branné sportovní akcí. Závažným problémem je růst organizačních výdajů, které dosáhly objemu 120 milionů Kčs ročně, presto, že bylo v minulosti důrazně upozorňováno na nutnost jejich snižování. Je proto potřebné snižovat náklady na porady, administrativu, autodopravu a důsledně bojovat proti všem neúčelným výdajům a okázlosti.

Příznivých změn bylo dosaženo v budování materiálně technické základny. Z centrálních zdrojů bylo na její rozvoj věnováno 600 milionů Kčs, tj. o 16 % více než v předešlém období. Přednostně byly pořizovány prostředky dlouhodobé potřeby. Obnova materiální základny na vyšší technické úrovni byla zabezpečena zvláště pro rozvoj letecké, potápěčské a radioamatérské činnosti. Celková hodnota hmotného majetku organizace vzrostla o 501 milionů a dosáhla 2 miliard korun.

Rozhodující vliv na materiálnětechnické zabezpečení Svazarmu má čs. průmysl. Dodávky umožnily zabezpečit rostoucí potřeby jednotlivých odborností. V této souvislosti je třeba ale říci, že v průběhu uplynulého období se vlivem problémů ve výrobě a dovozu z kapitalistických států projevil nedostatek materiálů potřebných pro práci s mládeží v modelářství, elektronice a radioamatérství. Byla proto projednána vzniklá situace s vedoucími pracovníky ministerstev obchodu a hospodářských resortů a přijata opatření by měla postupně tyto nedostatky odstranit.

Velký význam pro rozvoj materiálnětechnické základny mají hospodářská zářízení Svazarmu. Obvody posílily rozpočet o 116 mil. Kčs. Zlepšilo se také plnění úkolů technického rozvoje. Bylo vyřešeno 14 vývojových úkolů. K zásobování potřebnými druhy branné technických sportovních a propagačních materiálů byl zřízen „Dům obchodních služeb Svazarmu“. Dosud však přetrvávají nedostatky, které pramení z řídící i obchodní činnosti vedení podniku a z nedostačujícího množství některých materiálů a techniky. Ve souladu s rozvojem organizace bude



Fyzickou připravenost našich brančů pomáhá upevňovat rádiový orientační běh



Rychlosti a zručnosti při práci s páječkou se učí nejmladší svazarmovci na soutěžích v radiotechnické tvorivosti

⇒ nezbytné řešit materiálně technické zařízení s větší koncepcností a plánovitostí, výrazněji orientovat výrobu hospodářských zařízení na rostoucí potřeby odbornosti, které jsou srovnatelné se světovými. Je nezbytné dosáhnout vyšší úrovně v činnosti DOSS, aby aktuálně získával větší objem zásob a výrobků, zlepšil reálnost obchodní propagace a vztahu k potřebám ZO. Problémy v materiálně technické oblasti vyžadují, aby všichni funkcionáři náročněji dbali na šetrné zacházení s technikou a materiélem, na jeho efektivní využívání, řádnou evidencí, včasné údržbu a uložení.

Pro příští období se zvyšuje náročnost řízení ekonomického zabezpečení, je plánován minimální nárust příspěvku z rozpočtu čs. federace. Hospodářnost, která byla prosazena na základě programu vlády, se musí dále prohloubit. Rezervy budeme hledat v řádném hospodaření, včasné údržbě objektů a techniky, v předcházení haváriím a mimořádným událostem.

Hlavním cílem rozvíjení politickovýchovné práce je i nadále výchova členů Svazarmu v politicky uvědomělé a přesvědčené budovatele a obránce vlasti, říká se v Rezoluci, přijaté na závěr VII. sjezdu. To předpokládá upevňovat jejich socialistické přesvědčení a brannou angažovanost na základě marxisticko-leninského učení a politiky KSČ. Rezoluce dále upozorňuje na nutnost:

- účinnějším politickovýchovným působením posilovat vztah členů k ČSLA, Sovětské armádě a armádám států Varšavské smlouvy, k vojenské službě a vojenskému povolání a cílevědomě rozvíjet výchovu k socialistickému vlasteneckví a internacionalismu, pěstovat hrdost na příslušnost k socialistickému společenství,
- výrazněji přispívat k šíření vědomosti o vědeckotechnickém rozvoji a jeho třídních souvisech a napomáhat propagaci vědeckotechnického pokroku ve vojenství, jeho vlivu na morální, politickou a odbornou připravenost příslušníku ozbrojených sil, na vojenskou výchovu a výcvik, přípravu brančů, záloh i obyvatelstva k obraně země. Podporovat tvorivé technické myšlení, zájem o progresivní obory elektroniky a uplatňování vědeckotechnických poznatků v branně technické a branně sportovní činnosti Svazarmu,
- zvyšovat úroveň ideové, pracovní a morální výchovy ve svazarmovských kolektivech. Rozhodněji bojovat proti projevům soběckosti, maloměšťáctví, nadřazenosti, nekázně, neúcty k lidem,

ke společenským hodnotám a k práci. Zvyšovat příkladnost, připravenost a výchovné schopnosti vedoucích, cvičitelů a funkcionářů v práci s mládeží, zvyšovat ideové politické, odborné, organizátorské a výchovné poslání svazarmovského tisku. V jeho obsahu více objasňovat aktuální otázky války a míru, dávat na ně včas odpovědi a argumenty z vyhraněných pozic politiky KSČ. Šířit publikovat zkušenosti z plnění úkolů vojenské politiky KSČ, závěrů VII. sjezdu Svazarmu, především ze základních svazarmovských kolektivů, z masového rozvoje zájmové branné činnosti a jednotlivých odborností. Lépe propagovat příkladnou práci, nové metody činnosti a kriticky odhalovat nedostatky, které brání kvalitnejší práci Svazarmu.

- vybudovat stabilní síť stálých výcvikových středisek podle potřeb ČSLA, hlavně při závodech a ve střediskových obcích. Pro výcvik více využívat svazarmovských zařízení, jako jsou autoškoly, autokempinky a víceúčelová branná zařízení,

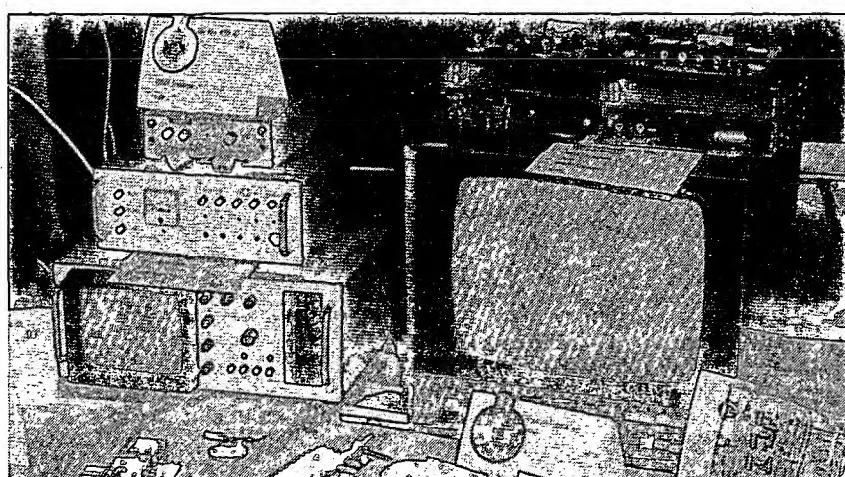
- v činnosti základních organizací, jejich klubů a kroužků, rad odborností územních orgánů, vycházet z programu dalšího rozvoje branně technických a branně sportovních odborností. Dbát na branný obsah každé odborné činnosti, jednotu politickovýchovného a odborného působení, pěstování vztahu k moderní technice a jejímu ovládnutí, zvyšování fyzické připravenosti, vysoké organizovanosti a uvědomělé

kázně jako rozhodujících hledisek v rozvíjení zájmové branné činnosti v souladu s potřebami ozbrojených sil a branné připravenosti obyvatel,

- rozvoj organizace a plnění úkolů lépe sladit s dalším zkvalitňováním a efektivním využíváním materiálně technické základny,
- pokračovat cílevědomější v optimálním rozmístění a širším branném působení základních organizací, především v průmyslových a zemědělských závodech, odborných učilištích, středních a vysokých školách a podle podmínek i v sídlištích,
- zdokonalit celkovou organizaci mezinárodních sportovních styků a důsledně dbát na jejich politický a branně sportovní přínos a na respektování požadavků vysoké efektivnosti a hospodárnosti.

Práce se závěry sjezdu bude úspěšná pouze tehdy, bude-li všeobecně a konkrétně objasněn všem členům a funkcionářům jejich smysl a podstata a budou-li konkrétně rozpracovány do podmínek práce jednotlivých orgánů a základních organizací a bude-li jejich plnění v souladu s plány práce. Kritériem účinnosti se musí stát dosahované výsledky a přínos ve prospěch obrany a budování naší socialistické vlasti. Nezbytným předpokladem pro takovouto činnost je a bude trvale se vracet k závěrům VII. sjezdu, stále korigovat a zdokonalovat činnost tak, aby se co nejvíce přiblížovala přijatým požadavkům.

JaK



Přehlídka celoroční práce našich nejlepších radioamatérů a elektroniků Svazarmu jsou soutěžní výstavy AMA (dříve nazývané Hifi-Ama).



# RADIOKLUBUM SVAZARNU

## Začněte také na RTTY Malý praktický úvod do světa dálnopisů

Jiří Hold, OK1DR

Co je psáno, to jest dáno, praví jedno staré české přísloví. Je to snad jedním z důvodů, proč se provoz RTTY začíná čile rozšiřovat mezi radioamatéry na celém světě. Technicky to není ani tak o moc náročnější, než např. postavit transceiver pro SSB, a přitom skýtá RTTY nezměrné množství zábavy jak technické, tak i provozní. Vyžijí se zde technici analogovi i digitální a nakonec i jedinci zaměření na jemnou mechaniku.

RTTY provoz na KV i VKV používá kmitočtové modulace. Rozdíl je jen v tom, že na KV používáme provozu F1B, kdežto na VKV v segmentu provozu FM používáme F2B. Ovšem i na VKV v segmentu SSB a CW používáme opět F1B.

Proti „běžnému“ způsobu klíčování (CW=A1B) má F1B tu výhodu, že v době „mezery“ prochází přijímačem signál, který je vyhodnocován právě jako „mezera“ a brání proniknutí poruch. Výraz „značka“ značí pak oproti „mezere“ zvýšený kmitočet, to jest na KV zdvih (shift) 170 Hz a na VKV 850 Hz. Profesionálové (tiskové a jiné agentury, pošty, atd.) používají zdvih 425 Hz.

Budíž hned řečeno, že IARU bylo doporučeno používat tyto kmitočty pro provoz RTTY:

Mezera	1275 Hz
Značka pro zdvih 170 Hz	1445 Hz
Značka pro zdvih 425 Hz	1700 Hz
Značka pro zdvih 850 Hz	2125 Hz

Tyto doporučené kmitočty propustí právě tak ještě filtry dobrého SSB vysílače (o tom později). Na VKV se doporučenými nízkofrekvenčními tóny přímo modulují FM vysílače.

Na vysvětlenu dodávám, že dálnopisný znak se skládá z pěti impulsů, jejichž vzájemná kombinace odpovídá vždy určitému významu (písmenu, číslici či řídicímu znaku). Tyto impulsy jsou buď bezproudé (to je právě „mezera“, mezinárodně zvaná „space“) nebo proudové (to je „značka“ čili „mark“).

Každému znaku předchází pak tzv. spouštěcí impuls („start“), který je vždy bezproudý, a znak uzavírá závěrný impuls („stop“), který je proudový.

Aby pak dálnopisné stroje (nebo zobrazovače čili videoterminaly) mohly vzájemně spolupracovat, bylo nutno sjednotit rychlosti otáček strojů (u. zobrazovačů tzv. taktovací kmitočet). Pošty a telexová síť v Evropě používají rychlosti 50 baudů. Američané pak rychlosti 45.45 baudů. Jsou to rychlosti přímo závislé na kmitočtech elektrovodních sítí. Bližší souvislosti jsou ovšem složitější, ale vysvětlovat je nebude, ani to snad amatérů nepotřebují vědět. Zájemce o bližší teorii dálnopisních převodů odkazuji na příslušné učebnice spojovací techniky. Amatérský provoz se přizpůsobil bohužel Američanům (v této skotačivé zemi začali amatérů jako první s amatérským RTTY) a pracujeme tedy rychlostí 45.45 Bd. Ze nám to přináší potíže, je jasné; tovární dálnopisné stroje starší generace jdou přeladit poměrně snadno, ale i to někomu dělá potíže. Ale stroje novější, počítače T100 (vyrábenou v licenci Siemens ve Zbrojov-

ce Brno), už skýtají mechanické potíže neskonale větší, které dovezenou zvládnout jen zdatní jedinci, vybaveni mechanickým talentem a odvalovací frézkou na výrobu ozubených koleček. Mohu sice potěšit majitele dálnopisných strojů zprávou, že se začíná projednávat doporučení IARU přejít celosvětově v amatérském provozu na rychlosť 50 Bd, ale kdo zná bliže záklusí této ctihonodné organizace, jistě si uvědomí, kolik času ke schválení bude ještě potřeba.

My amatérů tedy zatím používáme rychlosť 45.45 Bd a tedy musíme vysvětlit, o co vlastně jde. I když bezpodmínečně to taky nemusíme vědět; stačí vztít na vědomí, že krátce a dobře pracujeme zmíněnou rychlosť. Avšak radioamatérům jsou duše hloubavé a mohlo by se stát, že bych dostával opět množství dotazů (a to bez zpátečního portu), co to by baudy, nebo baudot vlastně jsou.

Tak tedy: jeden baud (Bd) je jedna prudová změna strídavého proudu. Při rychlosti 45.45 Bd trvá jeden impuls 22 ms (dvacet dva milisekund). Závěrečný („stop“) impuls je delší a trvá 31 ms. Celá kompletní dálnopisná značka trvá tedy 163 ms, což je důležité zejména pro digitální techniku, které by se rozhodli nastavovat rychlosť svého stroje pomocí onoho zázračného přístroje, který se nazývá čítač. Historicky založeným hamům ještě prozradím, že tento kódový systém navrhl francouzský fyzik Baudot, jenž žil v letech 1845 až 1903. Ovšem ani pan Baudot nebyl bezvýhradně autorem tohoto 5bitového kódu. Je historicky doloženo, že již anglický filosof Francis Bacon (1561 až 1621) používal binární 5bitový kód v kryptografickém písmu. Takže vidíte, že ani dálnopis není nejnovějšího data.

Po tomto historickém extempore pokračujeme dále v osvětlování tajů dálnopisu. Tedy celá tato pětibitová abeceda se nazývá mezinárodní telegrafní abecedou

č. 2 (CCIT2 neboli MTA2) a jest zatím nejpoužívanější v dálnopisném provozu.

Zde musíme pro úplnost podotknout, že v dnešní době se vehementně díky prudkému rozvoji počítačové techniky rozšiřuje další kód, který je osmibitový, nazývá se ASCII (American Standard Code for Information Interchange) a značí se jako mezinárodní telegrafní abeceda č. 5 (CCIT5). Je to kód, který se skládá opět z mezer a značek, ale který díky svým 8 bitům má podstatně širší možnosti ve skladbě písmen, číslic a řídících znaků a umožňuje přenosovou rychlosť až 1200 Bd. Touto rychlosťí a kódem pracuje např. anglická amatérská družice UOSAT 9, která takto vysílá svou telemetrii. Jinak se ovšem kód ASCII používá zejména v počítačové technice, ale je slyšet již i na amatérských pásmech, zatím ovšem jen z USA, Kanady a NSR.

U nás zatím povoleními podmínkami vysílání v kódu ASCII povolené není, není ovšem důvod, proč to nezkusit s příjemem. Po malé změně (rozšíření) dolní propusti ve filtrovém konvertoru typu OK1DR (ex OK1WEQ) lze ASCII demodulovat. Ale jeden háček to přeci jen má. Nejnižší používaná rychlosť pro přenos v ASCII je 110 Bd a to již bohužel naše stroje – dědečkové z pošt vyřazení, nestihnuou. Je třeba nasadit digitální techniku a zobrazovač (videoterminál).

Takže přejdeme k technice příjmu RTTY signálů:

Dá se použít každý stabilní přijímač určený k příjmu SSB nebo CW. Cílem užší filtr (až do 500 Hz), tím lepší. Mluvím o samostatném přijímači, u transceiveru to také plně neplatí. Cílem kvalitnější je přijímač; tím i záznam RTTY bude mít méně chyb. Příjem je ovšem závislý i na síle přijímaného signálu, příp. na odstupu signálu od šumu. S klesající silou signálu se zhorší samozřejmě i čitelnost zápisu. Ale pokud máme dobrý konvertor,



Obr. 1. Autor článku J. Hold, OK1DR (vpravo) se svým spolupracovníkem L. Fikaisem, OK1VAT, u jejich společného výrobku - videoterminalu RTTY (redakční snímek)

► jsou i sluchem již neidentifikovatelné signály zapisovatelné a lze navázat spojení, pokud ovšem není na kmitočtu rušení. To je dáno tím, že při použití úzkého filtru dochází k podstatnému zlepšení poměru signál/šum.

Přijímač pro RTTY musí mít přídavné zařízení - konvertor, které přemění signál F1B na proudfuze impulsy pro dálkopisný psací stroj nebo zobrazovač. Dnes používáme v amatérské praxi již výhradně konvertory nízkofrekvenční, od konvertorů mezifrekvenčních se úplně na KV odstoupilo, výjimku tvorí automatický provoz na VKV.

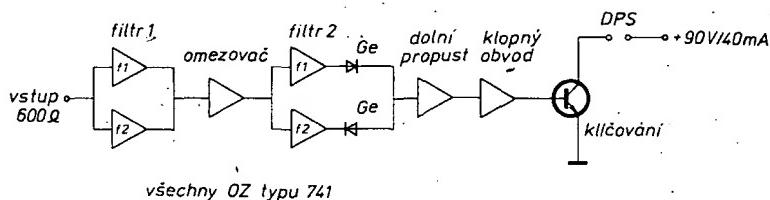
Příjem F1B uskutečňujeme stejným způsobem jako u telegrafie, to jest záznamovým oscilátorem (BFO) nebo jago u SSB produkt - detektorem. Tím dostaneme nezáznam, jehož kmitočet se mění o kmitočtový zdvih (shift). A teď už jen prostě naladíme přijímač tak, aby oba tóny odpovídaly kmitočtům, na které je nás konvertor naladěn, tj. na KV 1275 Hz a 1445 Hz.

Ukážeme si nyní, jak vlastně takový konvertor pracuje. Podotýkám, že vývoj konvertorů prošel od konvertorů jednoduchých, s vinutými čívkami až ke dnešním typům s operačními zesilovači nebo s digitální porovnávací technikou.

Kdo se někdy pokoušel na feritových hrnčíčích vinout potřebné cívky tak, aby se strefil přibližně do indukčnosti .88 mH a pak se snažil kondenzátoru doladit na potřebný kmitočet s šírkou pásmá asi 80 Hz, tedy jen ten ví, co je to za úmornou práci. Autor tohoto pojednání to zkoušel několik let, nabyl již určité zručnosti a několik konvertorů tohoto typu postavil, ale zhluboka si oddychl, když si mohl konečně opatřit operační zesilovače a tvorit aktívni filtry, jejichž propustnost se dala nastavit pouhým potenciometrickým trimrem. Kdo nevěří, at to zkusi, konstrukční fantazii se meze nekladou, ale určitě si srchnatý dobrodruh na mé varování vzpmene. Byla to doba průkopnické práce ing. Miloše Prosteckého, OK1MP, a jeho konvertorů typů ST3, ST5 a ST6. Ale dnes znova doporučují: Opatřete si OZ typu 741 (abyste se vyhnuli kompenzacím nutným pro typy MAA) a postavte hned konvertor moderní a reprodukovatelný, zejména je-li vám dostupná deska s plošnými spoji.

Ovšem ať již budete mít konvertor takový nebo takový, hlavní zásada je vždy stejná: Vycítit dotyčný nf kmitočet, omezit jej a převést na impuls, který otvírá nebo zavírá klíčovací tranzistor.

Uvádím blokové schéma (obr. 1) filtrového konvertoru:



Obr. 2. Blokové schéma filtrového konvertoru RTTY

A nyní stručný, opravdu stručný popis, protože potenciální zájemci najdou podrobný popis v dokumentaci filtrového konvertoru OK1DR (ex OK1WEQ).

Vstupní signál se rozdělí do dvou aktivních úzkopásmových filtrů (šíře pásmá asi 80 Hz). Za těmito filtry se signál opět sloučí do omezovače (nezapomeňte, že se jedná o FM), který pracuje podle naprostě stejných principů jako omezovač v FM přijímačích. Za tímto omezovačem se signál opět rozdělí do dvou aktivních

filtru, které opět očistí nízkofrekvenční signál a zdůrazní ho. Poté přijde detekce germaniovými diodami, a to v jedné větví detekce pozitivní a v druhé větví negativní. Oba tyto nyní již stejnosměrné signály se opět sloučí a vedou do operačního zesilovače, který pracuje jako dolní propust s mezním kmitočtem asi 80 Hz. K dolní propusti ještě pojmenovánám, že signály se nesčítají, a je dobré si uvědomit, že prochází vždy jen jeden signál, totiž buď mezera nebo značka. Pro příznivce digitální techniky log. 0 nebo log. 1. Na výstupu dolní propusti se opět objevuje buď jen pozitivní nebo jen negativní napětí stejné velikosti. Signály jsou již dosti zkreslené, proto postupují do dalšího operačního zesilovače, který pracuje jako Schmittův klopný obvod, v němž se signály regenerují. Pak postupují dále do spinacího tranzistoru, který již klíčuje buď magnety dálkopisného stroje nebo napětí 5 V pro TTL – výstup pro videoterminály.

Nyní se vraťme k vysílaci části zařízení RTTY. Opět lze říci, že je možno použít každý dobrý a hlavně stabilní vysílač pro telegrafii nebo SSB. Na VKV pak každý dobrý vysílač (nebo transceiver) pro FM.

Zásadně je možno použít způsob klíčování AFSK nebo FSK. Přičemž zkratka FSK je z anglického „frequency shift keying“ a znamená to, že v rytmu dálopisných známk posunují základní kmitočet oscilátoru o 170 Hz výše. Prakticky se to dělá tak, že se k základnímu oscilátoru připojí přes varikap určitý kondenzátor, na varikap se přivádí napětí v rytmu značek RTTY a tím se přidáváná kapacita buď připíná nebo odpíná. Hezky se to řekne a napiše, ale má-li někdo „vymakané“ stabilní VFO, jistě do něj nebude chtít nějak zasahovat a mohu opět osobně dosvědčit, že jsem vyzkoušel mnoho druhů tohoto klíčování a že se mně nikdy nepodařilo získat dva stabilní tóny. Ale s výhradně telegrafním vysílačem to jinak nejde a jistě se najdou experti, kterým se to hladce podaří.

Jiná věc je klíčování dnes naprostě běžných vysílačů SSB/CW a transceiverů. Zde zbyvá „vyrobit“ dva stabilní nízko-frekvenční tóny a přivést je (opět ve střídě značek RTTY) na mikrofonní vstup vysílače. Oba dva tóny mají samozřejmě kmitočet výše uvedených značek a mezer, to jest 1275 Hz a 1445 Hz. Jednoduchou úvahou dojdeť k tomu, že přivedu-li na mikrofonní vstup nějaký tón, rozbalancuje se balanční modulátor a na výstupu vysílače SSB se objeví stálá nosná. Přive-

mikrofonní vstup vysílače FM a tím získávám na výstupu modulovanou nosnou vlnu, zcela tak, jako bych hovořil do mikrofonu. Je to tedy čistá F2B.

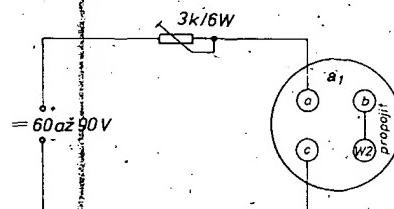
Způsob modulování vysílačů nízkofrekvenčními tóny se nazývá AFSK, což je zkratka anglického „audio frequency shift keying“.

Zde je nutno poznamenat, že všechny kmitočty, jak u generátorů, tak i u konvertorů je vhodné nastavit pomocí tónového generátoru a čítače. Avšak nemáte-li čítač, stačí i přesný tónový generátor a osciloskop nebo voltmetr.

Jestě jedno důležité upozornění; na které se často zapomíná, a pak se majitelé vysílačů nebo transceiverů diví, že spálili drahé koncové elektronky nebo tranzistory. Uvědomte si prosím, že v modu RTTY vysíláte při plné zátěži koncového stupně! Tedy asi tak jako byste vysílali AM nebo položili na telegrafní klíč kladivo! Musíte tedy koncový stupeň provozovat v tom příkonu, jaký vám jednak ukládají povolovací podmínky a jednak podmínky technické. Nastavte vás PA asi tak na poloviční příkon, než používáte při provozu SSB. Nezapomeňte! Shánět drahé elektronky či tranzistory, to je dnes práce namáhavá a finančně nákladná.

Provozem RTTY se pracuje v telegrafních segmentech amatérských pásem, přesněji řečeno na rozhraní mezi telegrafními a fónickými segmenty pásem. Aktivita je dnes opravdu velká, zejména v pásmu 14 MHz jsou stále nějaké stanice RTTY. A dají se dělat pěkné rarity, na RTTY se objevují značky, které neslyšíte na CW ani na SSB. Včetně stanic /mm nebo stanic expedičních.

V současné době většina z amatérských radiodálnopisů používá vyřazené poštovní stroje RFT, Siemens, Lorenz, Dalibor a tu a tam se objeví i nějaká ta T100. V první řadě je vždy nutno stroj vyčistit, prohlédnout a vyzkoušet. Zkoušku uděláte nejlépe ve smyčce. Opatříte si nejkratší zdroj stejnosměrného proudu, z kterého je možno odebrát asi při 90 V ss 40 mA. Zapojíte do smyčky (obr. 2) a zkuste psát stejně jako na psacím stroji.



Obr. 3. Schéma zapojení dálnopisu do smyčky pro zkoušky. Propojujte bud' v zásuvce nebo na zástrčce kouskem drátu kontakty označené „W2“ a „b“. Odparem nastavte proud na 40 mA. V tomto zapojení musí dálnopis psát jako elektrický psací stroj. Výzkoušejte všechny funkce na klávesnici.

Bude-li stroj psát správně vámi požadovaný text, máte vyhráno. Zkuste ještě napsat jednu řádku písmen: „RYRYRYRYRYRY-  
RYR“, mělo by to jít také bezvadně, dále zkuste přepínání z písmen na čísla a naopak; zkuste posun řádku (ZL) a navrát válce (W&R). Teprve budou-li v pořádku všechny tyto funkce, můžete pomyslet na další kroky. Vycistit kolektor motoru, vyleštit sběráci dráhy regulátoru otáček, prohlédnout a změřit odrušovací kondenzátory. To je zvlášť důležité, protože rušení motorem může nabýt takových rozměrů, že na vašem přijímači neuslyšíte vůbec nic!

A jde-li tohle všechno bezvadně, můžete pomýšlet na přeladění stroje na amatérskou rychlosť 45,45 Bd. Návodů bylo uveřejněno v Radioamatérském zpravodaji i v Amatérském radiu dost. Jen krátce poradím, že to jde dobré s pouhými stopkami nebo s hodinkami s vteřinovou ručkou. Během mechanických prací jste jistě již u dávače objevili páčku, která spouští trvalý chod stroje s předepsaným písmenem. Takže napište třeba písmeno „R“ a spusťte současně stroj a stopky. Po 10 sekundách stroj zastavte (puštěním páčky) a spočítejte počet písmenek na rádu. Pro rychlosť 45,45 Bd jich tam musí být 60 až 62. Je-li jich více nebo méně, zreguluji rychlosť otáčením vroubkovaného šroubu uprostřed setrvačníku motoru. Ted přijde slavnostní chvíle: máte-li již konvertor, připojte stroj, nalaďte stanici a čekejte první srozumitelný tisk „ze vzduchu“. Asi se vám to na poprvé nepodaří; zkuste tedy přepnout LSB na USB nebo naopak, zkuste správné naladění a správnou výšku tónů a už to musí jit! Doporučuji pro první pokusy nechat si nahrát od šťastného kamaráda, kterém RTTY už funguje, magnetofonový pásek, přehrát ho do vstupu konvertoru a podle toho celý „kombajn“ nastavit.

Já vím, ono to napsané vypadá moc složitě, ale opravdu, nic to není a každý amatér, tedy amatér, nejen vykřikovač na převáděcích, to všechno hravě svede.

Závěrem několik slov k digitální a zobrazovací technice. Celý řetěz zůstává stejný až k výstupu z konvertoru. Použijí TTL výstup, který dává buď log 0, nebo log 1, a přivedu na vstup videoterminálu. Zde již záleží na tom, co máte k dispozici. Máte-li kompletní počítac, musíte mít program pro RTTY. V zahraničí je běžně k mání pro všechny druhy mikropočítačů. U nás je nutno si vypomoci, zdatní jedinci sestaví program sami. Při použití jednoúčelových terminálů, které obvykle pracují v kódě ASCII, musíte mít ještě měnič z „baudotu“ na ASCII a opačně. Ale kdo už je takhle daleko, jistě si s problémy poradí. Laciné to není, ale výsledek – naprostě bezhlubný provoz stojí za to. A těch možností s pamětí, automatikou, časem, datem atd.

Všem přejí hodně úspěchů a na shledanou na amatérských pásmech provozem RTTY.

73!

### Několik poznámků závěrem

V době mezi napsáním a vydáním článku „Začněte také na RTTY“ došlo k několika změnám. Nás podnik TESLA dal na trh dvojité operační zesilovače MA1458, čímž je značně zjednodušena stavba konvertoru pro RTTY. Původní typ konvertoru OK1DR byl totiž osazen dvojitými OZ 747, které se u nás obtížně shánely. Pro nové dvojité OZ MA1458 byla nyní díky OK1DVM a OK1VAT přepracována deska plošných spojů, takže se tento konvertor stal dostupným pro všechny, kteří mají k dispozici výhradně čs. součástky. A na zkoušební desce je již postaven další typ konvertoru se třemi OZ TL082 (čtyřnásobný OZ s J-FET vstupem), s výstupem pro dálkopisný stroj, výstupem TTL, připojním místem RS 232C a připojním místem V.24. Tento konvertor dále obsahuje obvody autostartu a antispace a vykazuje vynikající výsledky. (Po dohodě s autory konvertoru předpokládá redakce AR zveřejnění jeho konstrukce.)

#### **Nové značení provozních způsobů**

podle WARC 1979

A2B – pěrošování nosné vlny v rytmu kódů RTTY (dříve A1);  
A2B – ní kmitočtem se moduluje AM vysílač (dříve A2);  
F1B – mění se kmitočtem oscilátoru (dříve F1);  
J2B – ní kmitočtem se moduluje vysílač SSB;  
F2B – ní kmitočtem se moduluje vysílač FM (dříve F2).  
(V přehledu jsou uvedena jen ta značení, která mají vztah k amatérskému RTTY.)

Na konferenci 1. oblasti IARU na Sicilii v roce 1984 byl předložen návrh na posunutí doporučených segmentů RTTY v radioamatérských pásmech. Návrh bude projednáván na příštím zasedání komise pro tyto otázky ve dnech 9. a 10. 3. 1985 v Lübecku.

## Generátor hodinových impulsů pro elektronická zařízení RTTY

**ZMS Ing. Miloš Prostecký, OK1MP**

S příchodem moderní technologie integrovaných obvodů objevují se i u nás stále více elektronická zařízení pro provoz RTTY. Ať to jsou dílčí části, jako je např. elektronický dálkopisný vysílač, nebo celé zobrazovací jednotky, vyžadují pro vlastní činnost zdroj kmitočtu, který určuje správnou telegrafní rychlosť.

Popisovaný generátor hodinových impulsů vznikl jako součást RTTY zobrazovací jednotky [1]. Je však použitelný i pro záznamovou paměť RTTY, kterou autor chystá k uveřejnění v některém příštím čísle. Po malé úpravě elektronického dálkopisného vysílače [2] rozšiřuje i jeho použití.

Přijímaný nebo vysílaný signál RTTY je obvykle zpracováván obvodem UART (univerzální asynchronní přijímač – vysílač). K časování jednotlivých impulsů značek je nutno do UART přivádět impulsy o kmitočtu šestnáctkrát vyšším, než je telegrafní rychlosť přijímaného nebo vysílaného signálu.

V radioamatérském provozu je převážně používána rychlosť 45,45 Bd, občas i 50 nebo 75 Bd. Elektronická zařízení umožňují použití i vyšších rychlostí (např. 100 Bd). Z této úvahy vycházely požadavky na kmitočty generátoru hodinových impulsů:

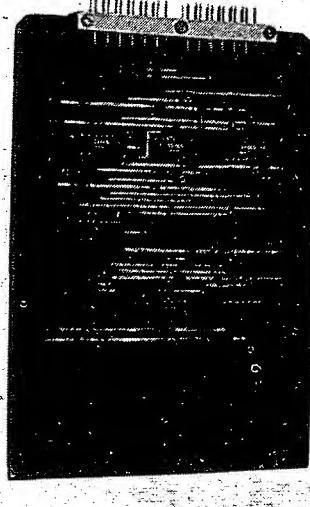
727 Hz pro 45,45 Bd,  
800 Hz pro 50 Bd,  
1200 Hz pro 75 Bd a  
1600 Hz pro 100 Bd.

Při vlastním návrhu se pak ukázalo, že vynecháním jedné propojky v plošném spoji lze s dostatečnou přesností získat kmitočet pro telegrafní rychlosť 110 Bd, která je vhodná pro případné počáteční pokusy s ASCII.

Celkové schéma generátoru hodinových impulsů je na obr. 1, deska s plošnými spoji je na obr. 2.

Základ tvoří oscilátor řízený krystalem 1 MHz, sestávající z hradel IO1a a IO1b. Pulsy jsou dále tvarovány hradlem IO1c a přivedeny na vstup tří 16bitových čítačů IO2 až IO4. Jejich výstupy jsou připojeny ke vstupům hradel IO5 až IO7. Pomocí přepínače, který je tvořen hradly IO9, a invertorů IO8, se po dosažení zvoleného délčího poměru čítač využuje a děj se opakuje. Požadovaný délčí poměr (telegrafní rychlosť) se volí zavedením log. 1 na příslušné hradlo přepínače (nože č. 14, 16, 18 a 20 vidlice WK 462 06). Délčí poměr čítače je 687, 625, 417 a 312 pro telegrafní rychlosť 45,45 Bd, 50 Bd, 75 Bd a 100 Bd. Dělíci dvěma IO10b dokončí dělení a současně upraví tvar impulsu. Na jeho vstupu jsou přiváděny jen velmi krátké impulsy, jejichž tvar by nedovoloval přímé připojení UART. Proto nelze požadované kmitočty získat přímo z IO2 až IO4.

Na výstupu z IO10b dostáváme 16násobek požadované telegrafní rychlosť s přesností lepší než 0,1 %. Nezapojíme-li propojku „A“ na vstup č. 12 IO7b, pak po přivedení log. 1 na nůž č. 14 vidlice dostaneme na výstupu kmitočet, který odpovídá telegrafní rychlosť 111,5 Bd, se kterým bohatě vystačíme při prvních pokusech s ASCII. Rychlosť 110 Bd kódem ASCII vysílá pravidelně zpravodajství stanice W1AW.



Generátor hodinových impulsů

Na snímku je vzorek generátoru hodinových impulsů, který je použit v zobrazovací jednotce RTTY. IO1 není zapojen, neboť pulsy o kmitočtu 1 MHz jsou přiváděny na nůž č. 22 vidlice z jiného dilu.

Na závěr ještě zmínku o úpravě elektronického dálkopisného vysílače [2]:

Uprava spočívá v tom, že vypustíme IO10 (MH7493) a na desce plošných spojů propojíme jeho vstup A s výstupem D. Na vstup 11,63 kHz pak přivádíme kmitočty z výstupu generátoru hodinových impulsů. Tim je umožněno generování dálkopisných znaků i jinými rychlostmi.

### Seznam součástek

Kondenzátory	
C1	TK 744 10 nF
C2, C3	TK 783 0,1 µF

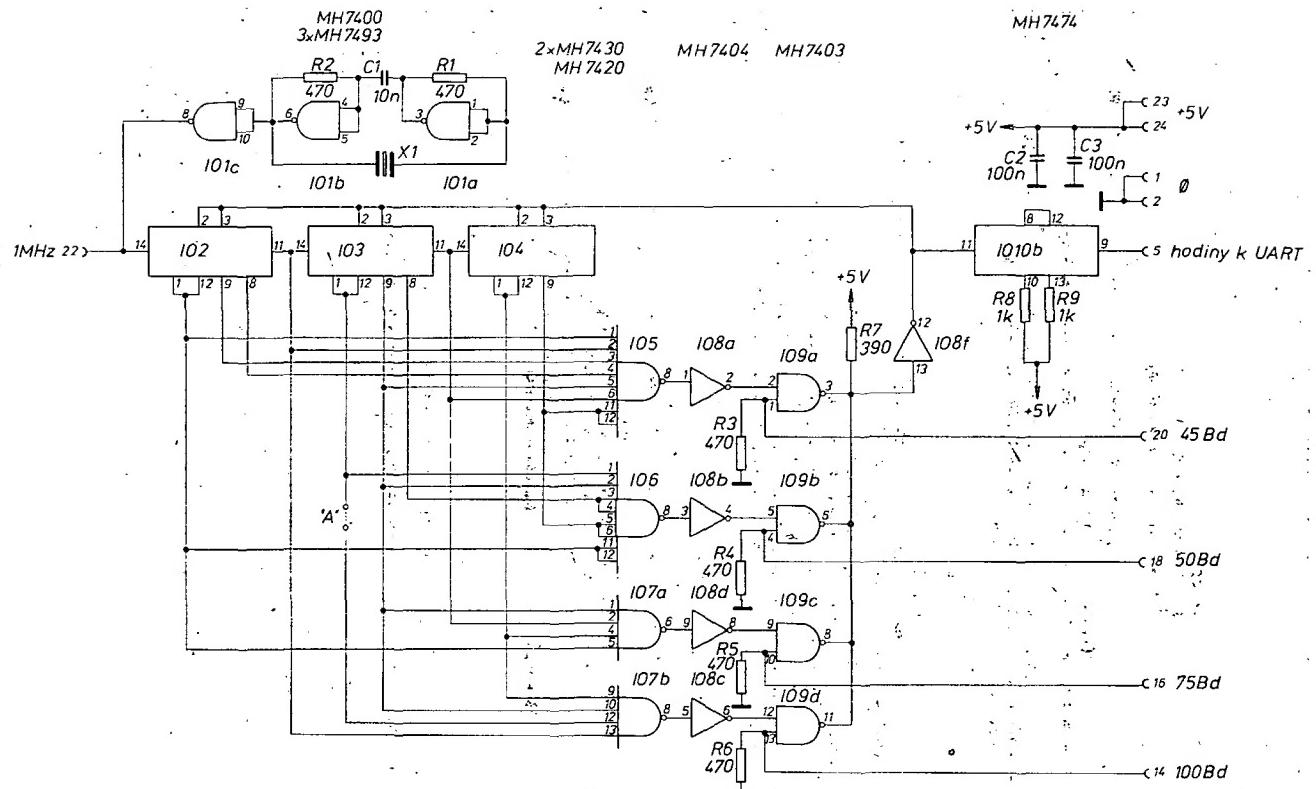
Rezistory	
(TR 151 nebo TR 212)	
R7	390
R1 až R6	470
R8, R9	1 kΩ

Integrované obvody	
IO1	MH7400
IO9	MH7403
IO8	MH7404
IO7	MH7420
IO5, IO6	MH7430
IO10	MH7474
IO2, IO3, IO4	MH7493

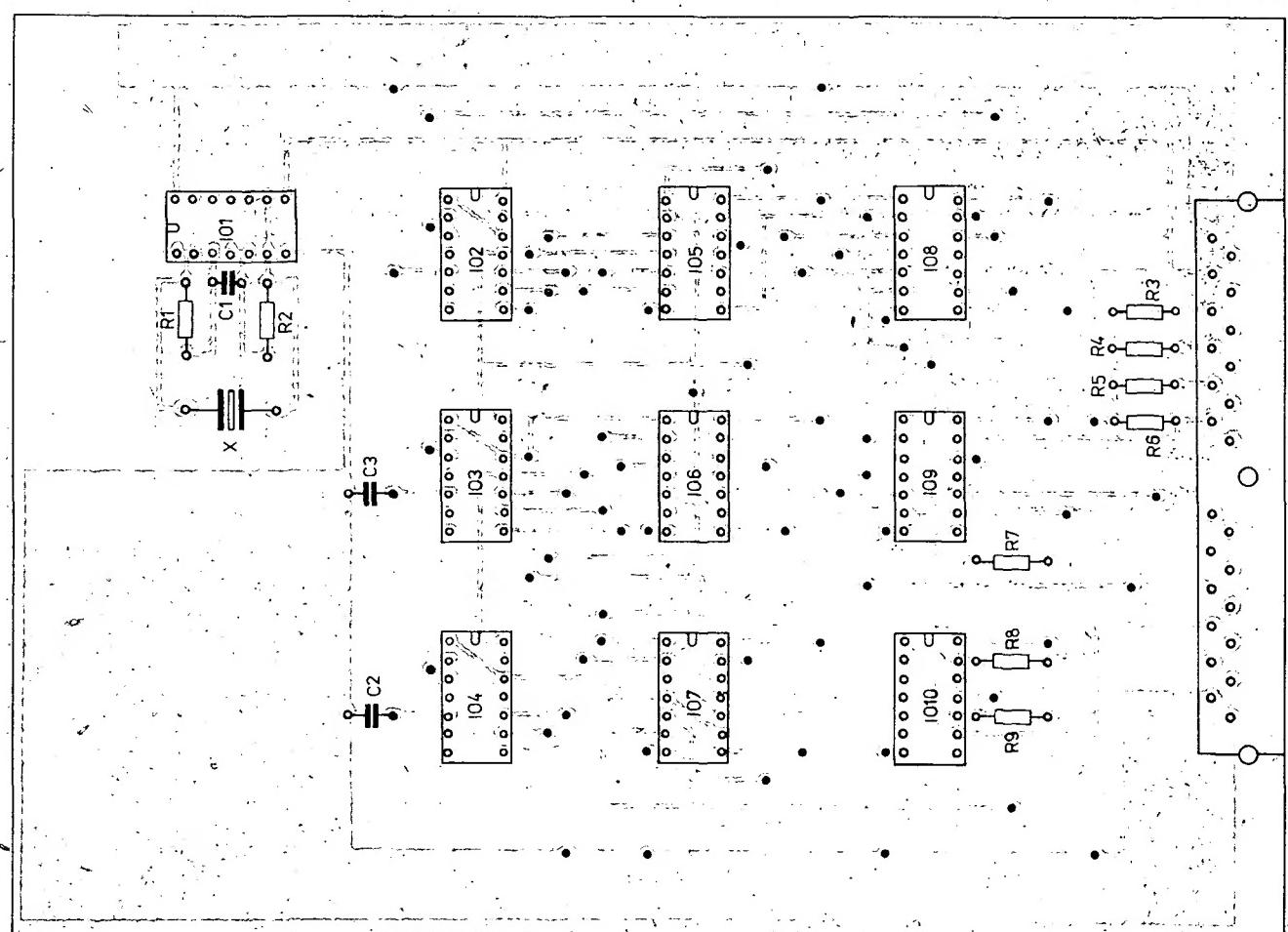
Ostatní součástky	
Piezokristalová jednotka X1	1 MHz
řádový konektor – vidlice WK 462 06	2 kusy

### Literatura

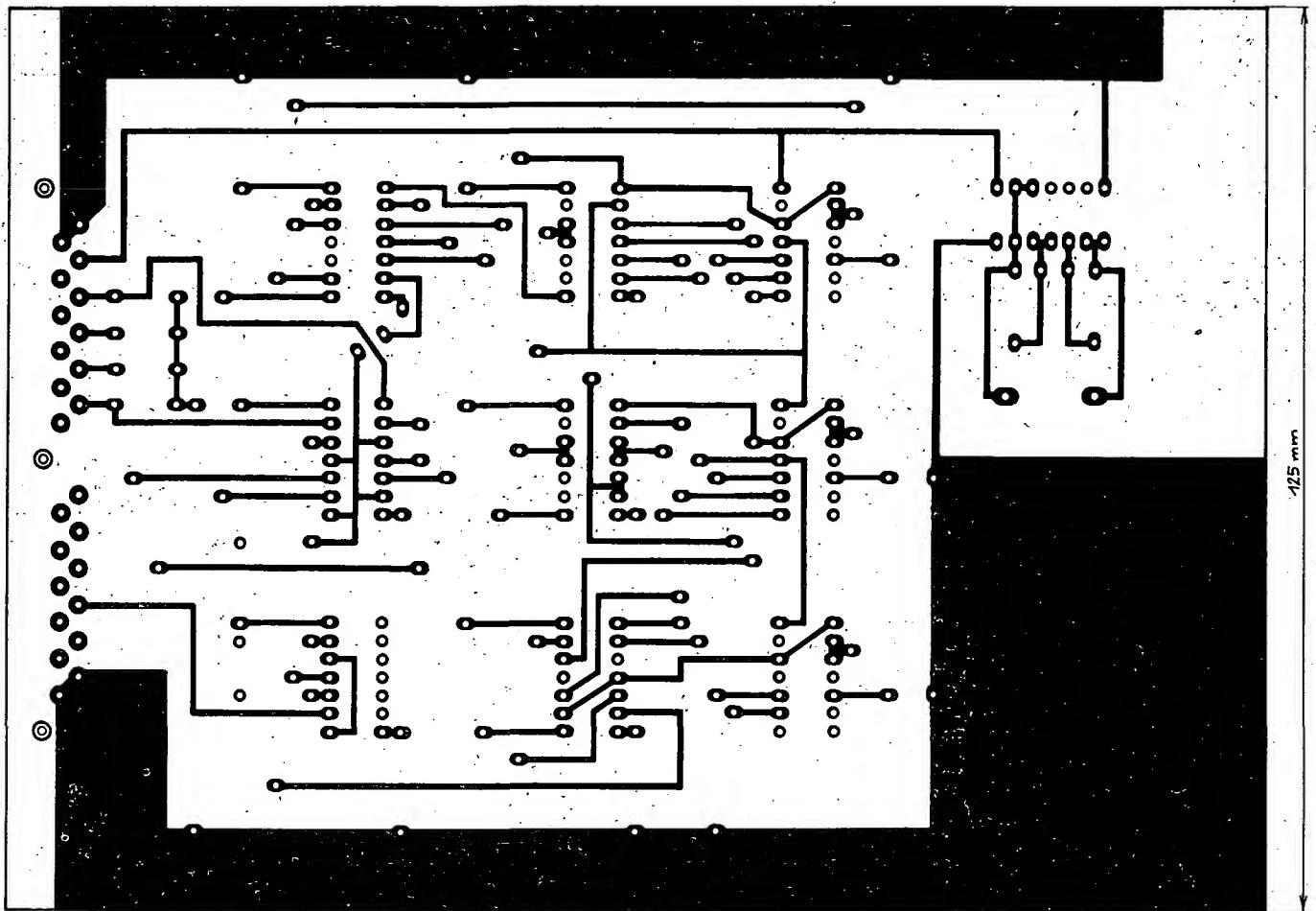
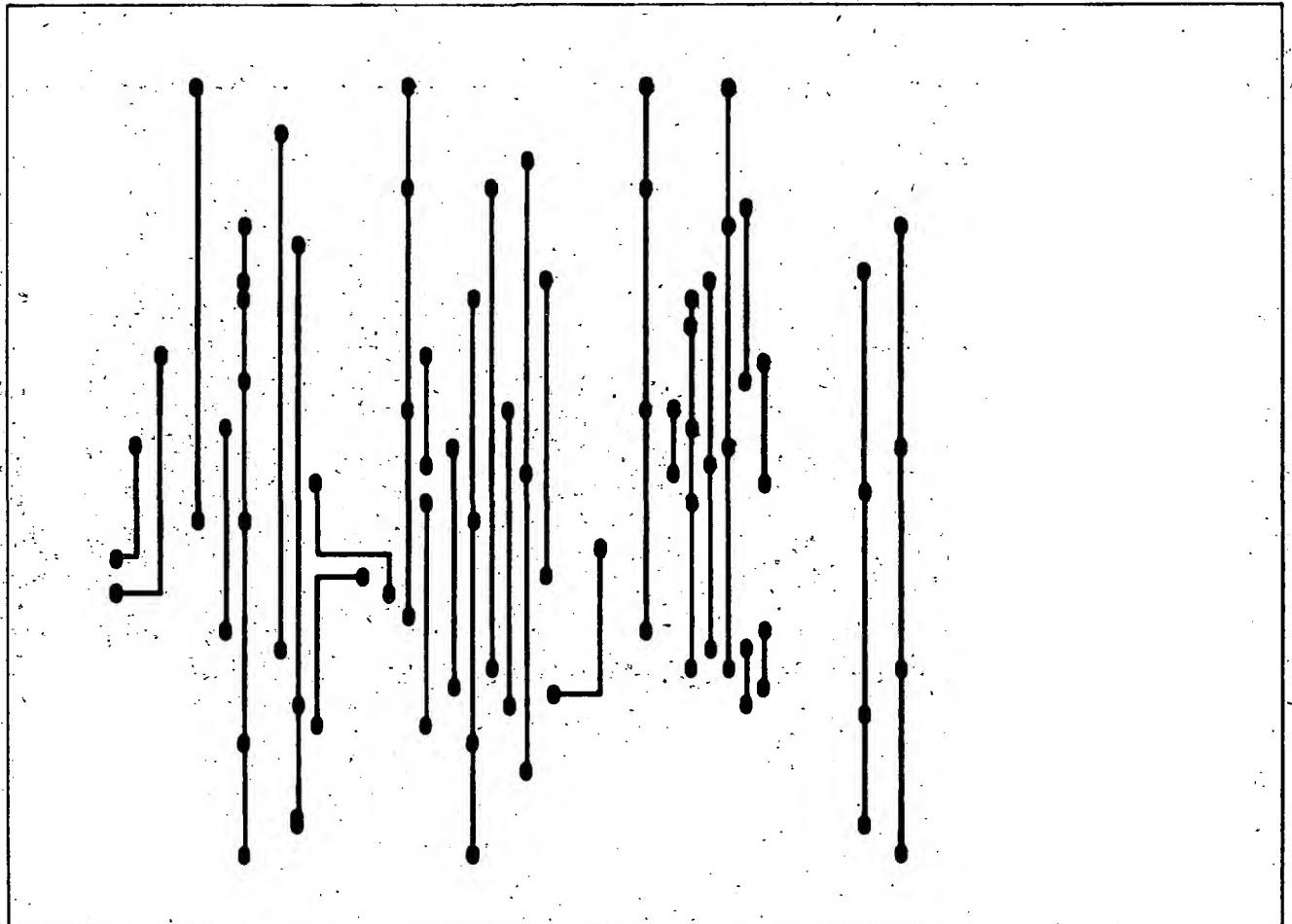
- [1] Prostecký, Miloš, OK1MP: RTTY zobrazovací jednotka. Sborník přednášek. Celostátní seminář radioamatérské techniky Gottwaldov 83.
- [2] Prostecký, Miloš, OK1MP: Eletronický dálkopisný vysílač. Amatérské rádio č. 2 a 3/82.
- [3] Malcolm, Bassil, G4AEU: Crystal Controlled Baud Rate Generator. BARTG Newsletter, March 1979.



Obr. 1. Schéma generátoru hodinových impulsů



Obr. 2. Děska s plošnými spoji S101 a rozmištění součástek (v nákresu rozmištění součástek chybí propojení mezi vývodem 12 IO2 a vývodem 1 IO5; na desce plošných spojů tato chyba není)



# Co nabídla firma Marconi v roce 1926

Ing. Erich Terner

Několika historickými snímkům se vracíme k loňskému jubileu našeho rozhlasu. Ve dvacátých letech, kdy rozesílání neboli český broadcasting u nás začínalo, patřila k nejvýznamnějším dodavateli radio-technického materiálu a přístrojů i na nás trh firma Marconi, která patří k nejstarším výrobcům v tomto obooru.

Možná, že si ještě starší radioamatéři vzpomínají na katalogy, které tehdy vyházelý s názvem „Marconiphone and Sterling“. Obsahovaly rozhlasové přijímače, příslušenství a součástky včetně cen (oficiální kurs 1 anglické libry, která se dělila na 20 šilinků, byl v roce 1926 asi 163 Kč).

Nejlacinějším a zároveň i nejjednodušším přijímačem byla krystalka „Baby“ na kulatém podstavci (obr. 1). Vlnový rozsah: 300 až 500 m. Její přednosti byly „jasný příjem“ do vzdálenosti přes 30 km. Přístroj stál 1 libru 15 šilinků včetně ladící cívky.

Naproti tomu stál přijímač se čtyřmi elektronkami a reproduktorem v elegantní secesní skřínce (obr. 2) 120 liber včetně všech baterií a elektronek. Vlnový rozsah: od 40 m do 5000 m. Bohužel bylo třeba přikoupit ještě anténní vazební jednotku a další cívky. Katalog z roku 1926 uvádí 22 dalších modelů od přijímačů s jednou elektronkou až k špičkovému modelu s osmi elektronkami, který se jmenoval „Straight Eighth“ typ 81, což znamená v překladu „přímá osmička“ („straight“ znamená v slangu také „spolehlivá“). Na obr. 3 můžeme obdivovat toto vrcholné dílo tehdejší radiotechniky. S přijímačem byly dodávány ladící cívky, které umožňovaly příjem v rozsahu od 300 do 550 m. Po výměně cívek, které bylo nutné zvláště nakoupit, bylo možno rozšířit vlnový rozsah do 3000 m. Osm elektronek bylo napájeno proudem 68 A (!) při 6 V. Prvních pět elektronek sloužilo pro vysokofrekvenční zesílení, jedna elektronka detekovala a poslední dvě elektronky tvořily nízkofrekvenční zesilovač. Přijímač stál 54 liber, bylo však nutno ještě přikoupit osm elektronek typu D.F.3 a D.F.5, akumulátor na žhavení elektronek a dvě baterie pro anodové a pro mřížkové napětí, takže kompletní přístroj stál pak přes 67 liber.

Milovníkům technické historie a starých přijímačů ukazujeme na obr. 4 třilampovku s rámovou anténou (dvírka vyplnala proud při zavírání přijímače).

Byla to doba, kdy se za krátké vlny považoval vlnový rozsah 40 až 300 m, a iž tehdy se často překrývaly kmitočty rozhla-

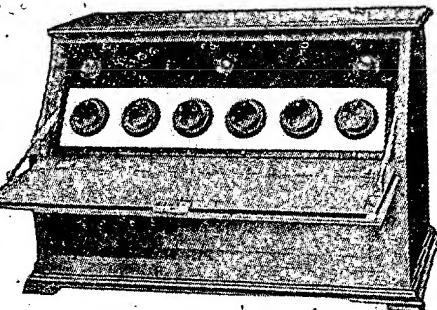
sových vysílačů. Pomoc přislibila firma Marconi výrobou zvláštní jednotky – odhadovacího obvodu za čtyři libry. Za další čtyři libry bylo možno si koupit vlnoměr (obr. 5), s jehož pomocí si mohli rádioví nadšenci určit délku vlny přijímaného vysílače.

Samostatné reproduktory, které postupně vytačovaly sluchátka, měly klasický tvar ohnuté trubky (obr. 6), jak je známe z reklam pro starobylé gramafony typu „His Master's Voice“. Byly také nabízeny kombinace reproduktoru s osvětlovací lampou, která visela se stropu. Sluchátka známých tvarů stála až dve libry a měla impedanci 120, 2000 nebo 4000 Ω.

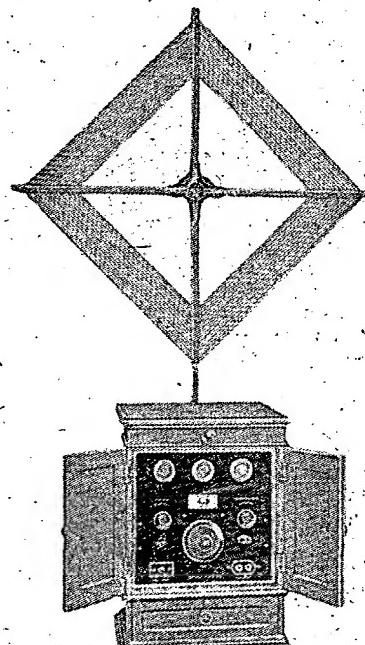
Otočné kondenzátory se prodávaly veliké jako půllitrové hrnce. Jejich kapacitní rozsahy byly např. 100 pF, 250 pF, 500 pF i 1 nF. Nízkofrekvenční transformátory zaručovaly ideální přenos od 500 Hz do 4000 Hz. Vzhledem k tomu, že vlnové rozsahy se přepínaly výměnou cívek, existoval velký výběr cívek s připojením na kolík (obr. 7). Pro připojení přijímače k anténce byly určeny variometry (obr. 8), které za jednu libru vhodně přizpůsobily antenní impedanci k vstupnímu obvodu přijímače.

V prodeji byly potenciometry (např. 350 Ω, 40 kΩ) za 8 šilinků. Krystalový detektor (obr. 9), předchůdce dnešních polovodičových aktivních prvků, měl dve provedení: buď s galenitem (leštěnec olovnatý), jehož povrchu se dotýkal jemný, např. stříbrný drátek (nejí správnou polohu vyžadovalo často velkou trpělivost), nebo v druhé verzi s karbidem křemíku čili „karborundem“ (již v roce 1906 byl patentován Američanem Dunwoodem). Detektor stál kolem 5 šilinků.

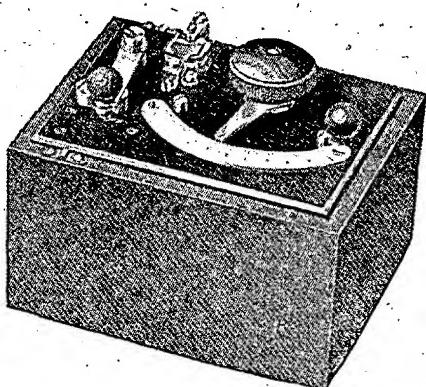
Z dalších součástek a příslušenství firmy nabízela různé spínače pro vysokofrekvenční a nízkofrekvenční obvody. Kdo měl venkovní anténu, pořídil si samozřejmě přepínač, kterým spojil po ukončení poslechu anténu se zemí (obr. 10). Šestivoltový akumulátor na 87 Ah stál 7 liber a anodová baterie 75 V stála 1 libru. Kromě toho měla firma Marconi pestrou nabídku konektorů, izolátorů, kabelů a dalšího příslušenství.



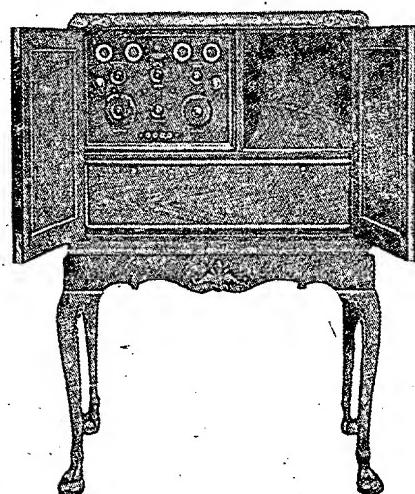
Obr. 3. „Straight Eight – Spolehlivá osmička“



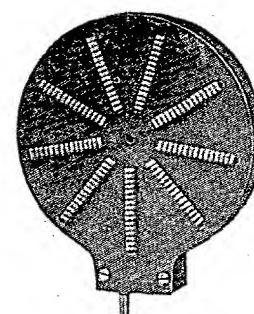
Obr. 4. Přijímač „Threelflex“



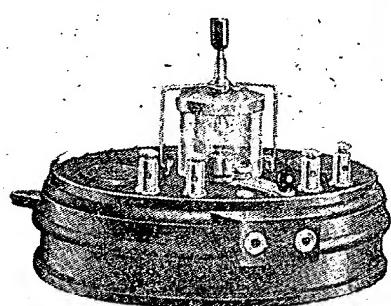
Obr. 5. Vlnoměr



Obr. 2. „Sterling Four-Valve“

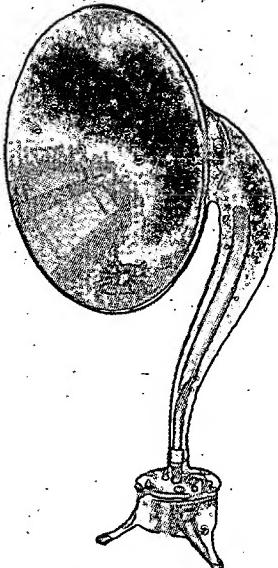


Obr. 7. Ladící cívka

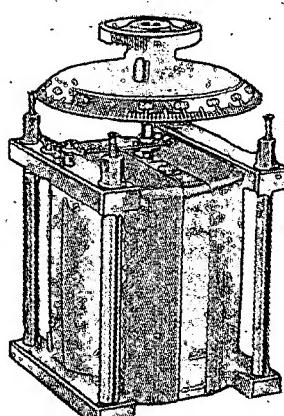


Obr. 1. „Baby“ – krystalka

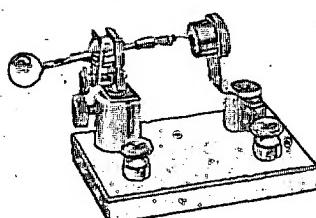
# První spojení přes Atlantik zopakováno po 60 letech



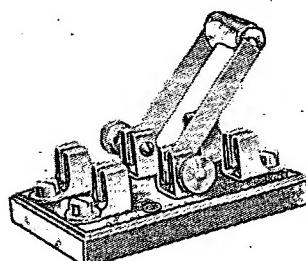
Obr. 6. Reproduktor



Obr. 8. Variometr



Obr. 9. Krystalový detektor



Obr. 10. Anténní přepínač

## Literatura

[1] Marconiphone and Sterling Radio Receivers, Accessories and Components. London 1926.

Během SSB spojení v pásmu 15 metrů v srpnu 1983 řekl F8DR stanici W1SE, že mu je 88 let a že byl přítomen při prvním obousměrném spojení přes Atlantik, asi před 60 lety.

To vedlo k výměně dopisů mezi W1SE a F8DR a pak k dohodnutému spojení k připomínení data 27. listopadu 1923. Rodinné důvody u F8DR vyžadovaly, aby spojení bylo uspíšeno o jeden den, avšak bylo pak uskutečněno za výtečných podmínek. Na stanici W1SE byla 26. listopadu 1983 zaznamenána tato depeše:

„F8DR, radioamatér z města Bourg, stáří 88 let, veterán francouzských radioamatérů, zaslírá pozdravy všem americkým radioamatérům v upomínce na 60. výročí prvního překonání Atlantského oceánu francouzskou stanici 8AB Léona Deloye, který se spojil s Reinartzem a Schnellem na vaší straně“.

Historie tohoto dramatického spojení je událostí, jež k němu vedly, je popsána velmi podrobne Clintonem B. de Soto v knize „200 metrů a níže“ (historie amatérského rádia do třicátých let). Deloy, který byl lékařem, přijel do Spojených států na první celonárodní sjezd ARRL v Chicagu vyslověn s úmyslem, aby se poradil o spojení Evropa–Amerika s Reinartzem a Schnellem. Vrátil se do Francie s Reinartzovým návrhem na vysílač a přijímačem Grebe CR-13. Po několik nocí vysílali Američané v jednom směru a pak zaslali Deloyovi kabelogram, aby poslouchal 1XAM a 1MO.

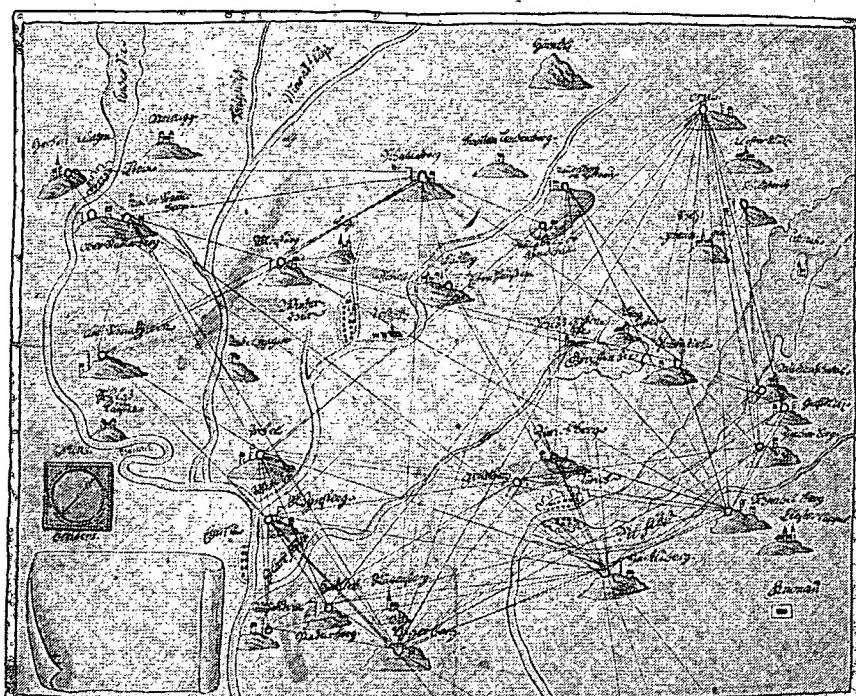
Obě stanice v USA volaly Deloye současně. Stanici 1XAM Deloy sdělil, aby

čekal (QRX – což některí považují za důkaz, že první spojení bylo navázáno s 1XAM) a zatím 8AB pracoval s 1MO (což jiní považují za důkaz, že první spojení navázal 1MO). Během několika týdnů pak už byly navázány tucty spojení. Transatlantická bariéra byla prolomena. To uvádí Lee Aurick, W1SE, v lednovém čísle r. 1984 časopisu QST, na str. 29.



Transatlantické pokusy v roce 1923, organizované ARRL, mely za výsledek řadu oboustranných spojení. Jedním z těchto spojení bylo QSO mezi stanici U2AGB na americké straně a holandskou stanici PCII, provozovanou H. J. Jesse v Leydenu za pomocí J. W. Groota Enzerinka a bratří R. a W. Tappenbeckových – tato událost přinesla Jessemu více pozornosti než predpokládal. Osobní vysílací povolení nebyla totiž v Holandsku vydávána až do r. 1929, takže Jesse mohl v době transatlantických pokusů pracovat jen jako „pirát“. Jeho velký úspěch nezůstal bez pozornosti úřadů, které Jesseho obvinily a postavily před soud. Rozsudek zněl, že Jesse porušil zákon o telegrafech a telefonech, ale nebyl potrestán – což bylo dosti neobvyklé. Jesseho vysílač, který mu byl původně zabaven, mu byl vrácen. Soudce dokonce blahopřál Jessemu k úspěchu. Vysílač je dnes vystaven v Holandském poštovním muzeu v Haagu. K 60. výročí události byla Jessemu přidělena značka PA0CII. (Zprávu pro QST připravil Dick Rollema, PA0SE). M.J.

Zajímavou novoročenku zaslalo v roce 1984 generální ředitelství švýcarských pošt, telefonů a telegrafů. Jde o reprodukci mapy spojení vojenských hlídek v curském kantonu ze 17. století. Vojenská spojení byla tehdy navazována ohňovými a kourovými signály. Originál mapy je v muzeu PTT v Bernu. M.J.



# RDS Moskva prakticky

Ing. Jan Klabal

V loňské konstrukční příloze Amatérského rádia jsme v článku ing. Straňáka Družicové spoje seznámili naše čtenáře s využitím družic ke spojovým účelům, a to zejména v oblasti přenosu telefonních hovorů, rozhlasového vysílání a televizních pořadů. V následujícím článku si ukážeme praktickou stránku příjmu družicového rozhlasového a zejména televizního signálu s celou jeho problematikou.

Rozhlasová (a televizní) družicová služba (RDS) předpokládá zabezpečení takového plošného pokrytí předepsaného území na povrchu Země signálem o takové výkonové hustotě, aby byl možný jeho příjem jednotlivými účastníky s nenákladným zařízením (v poměru k ceně zařízení používaného k retranslaci těchto signálů pozemní spojovou službou). Jde tedy o paralelu k zemským rozhlasovým a televizním sítím, ovšem s podstatně vyšší působností.

Základní předností RDS je, že jediným využitím na geostacionární dráze pokrýje celé obsluhované území prakticky stejně silným signálem, čímž zaručuje též konstantní kvalitu příjmu na celém území. Prostorový charakter soustavy vylučuje zkreslení signálu odrazy, což je dnes již omezujícím faktorem zemských televizních sítí v městské zástavbě. Prvním využitím soustav RDS je především televize se zvukovým doprovodem – družicová televize. Hned za ní pak následuje i přenos rozhlasových programů – družicový rozhlas.

Protože zemské rozhlasové a televizní sítě jsou v dalším rozvoji omezovány nedostatkem volných kmitočtových pásem s velkou mírou rušení, předpokládá se, že další rozvoj televizního vysílání (televize s několika programy, televize s velkou rozlišovací schopností, stereovize aj.), jakož i další rozvoj rozhlasového vysílání (mnohofázové stereofonní vysílání nejrůznějších žánrů) jsou spjaty s rozhlasovou družicovou službou. Jediným v současné době známým významným konkurentem družicových spojů je realizace sítě světlovodních kabelů zejména v městských aglomeracích. Tato otázka je nyní velmi diskutována zejména v západní Evropě, kde je velká průměrná hustota osidlení. Světlovodní kabely mají proti družicím tu nespornou výhodu, že je jich možno využít i ke zpětné komunikaci a mají mnohem delší životnost. Pokusné rozvody tohoto typu v některých oblastech USA ukázaly, že lze kabelového televizního rozvodu výhodně využít i pro další služby pro domácnost. Televizor zde koná funkci zobrazovače terminálu, který po zmačknutí příslušného tlačítka ukáže na obrazovce např. kompletní sortiment libovolného prodejního oddělení místního obchodního domu, dalšími tlačítky si lze objednat žádané zboží, s připojeným počítačem je možno zboží dálkově platit přes bankovní spojení, přičemž se na obrazovce televizoru ukáže výše bankovního konta po provedení poslední položky a u příslušné firmy si lze terminálem objednat dodávku zboží až do bytu (ten, kdo na to má). Toto je jedna z mnoha možných služeb, ke kterým nelze využít telefonní síť pro její technickou nezpůsobilost, ani RDS, která je určena pouze pro příjem. Ve Francii je např. v současné

době tato problematika velmi diskutována a pravděpodobně byla i jedním z důvodů neúčasti USA a dalších zemí amerického kontinentu při jednání o družicových rozhlasových a televizních spojích na konferenci WARC-BS-77 v Ženevě. Tyto země odložily plánování družicového vysílání na pozdější dobu a zůstaly jen u experimentálního vysílání z družic. Ale vraťme se k RDS.

Soustava rozhlasové družicové služby se skládá z pozemní řídicí stanice, vysílací družice a pozemního přijímacího a distribučního sektoru. Řídicí stanice přejímá programy pozemských rozhlasových a televizních center a vysílá je směrem ke družici, jejíž provoz monitoruje a řídí. Vysílací družice umístěná na geostacionární dráze převádí signály vzdutí v pásmu, zesiluje je na požadovanou výkonovou úroveň a vysílá směrem k Zemi tak, aby stopa svazku antény optimálně pokryla obsluhované území. Na Zemi se signál přijímá profesionálními, skupinovými a individuálními přijímači, z nichž je veden do pozemské sítě a jejím prostřednictvím k jednotlivým účastníkům.

Od počátku sedmdesátých let se datuje mezinárodní úsilí o technickou koordinaci RDS. Na tzv. „Kosmické konference“ byly již tehdy vyděleny pro RDS kmitočty 620 až 790 MHz, 2,5 až 2,69 GHz a 11,7 až 12,5 GHz; pro velmi dalekou budoucnost i pásmo 41 až 43 GHz. Vysílání na kmitočtech 620 až 790 MHz, tj. v pátem pásmu pozemské televize je povoleno pouze tam, kde je vyloučeno rušení již existujících televizních služeb. V Evropě, kde na těchto kmitočtech vysílá řada zemí svůj třetí televizní program, je vysílání družicové televize zakázáno. Jedinou dnes pravidelně provozovanou soustavou RDS pracující v pásmu 700 MHz je sovětská soustava EKRAN, která zásobuje centrálním moskevským programem asijskou část SSSR s výjimkou východních oblastí, kde by již mohlo docházet k rušení v sousedních zemích. Výhoda této RDS je zejména k příjmu vystačí běžná víceprvková anténa s předzesilovačem.

Již od počátku sedmdesátých let byly v provozu některé družicové soustavy, které víceméně pokusně provozovaly družicovou televizi; ty však většinou již nepracují. Byla to např. ATS 6 použitá v Indii, která pracovala na kmitočtu 860 MHz, nebo CTS Hermes, která pracovala pro Kanadu v pásmu 12 GHz. V tomto pásmu to byl zatím nejúspěšnější experiment, který prověřil zejména vysílací techniku a její výkonovou část na družici. Na území Kanady si v té době řada evropských firem prověřovala své prototypy přijímacích zařízení pro skupinový i individuální příjem. Družice BSE, která pokrývala experimentálním vysíláním rozhlasu a televize japonské souostroví v pásmu 12 GHz, byla pro technické potíže s výkonovým zesilovačem vyrážena z provozu. Zajímavější je družice ÓTS ESA, pracující v oblasti Evropy v pásmu 12 GHz. Tato družice slouží pro distribuci televizních programů některým velkým kabelovým rozvodům v západní Evropě. Televizní signál v některých kanalech je zašifrovaný, aby jej nebylo možno používat zdarma, a pro zájemce se

poskytuje dekódovací zařízení pouze za patřičnou úplatu. Signál, i když pokrývá značnou část evropského teritoria, je tedy pro praktický příjem obrazové informace nepoužitelný. A jak vysvitá z některých zpráv, ani v nejbližších letech se nepředpokládá pravidelné vysílání ARD a ZDF. S pravidelným vysíláním televizních pořadů z družic počítají některé západoevropské země až koncem osmdesátých let, většina však až v příštím desetiletí. Také v USA, kde je nejpracovanější systém COMSAT, se o komerčním využití družicové televize uvažuje až po roce 1985. Také tam by měl být provoz financován z uživatelských poplatků, a proto, aby nebyl možný neoprávněný příjem, i v USA se počítá s vysíláním zašifrovaného signálu a s pronajímáním dešifrovacího zařízení.

Zcela jiný přístup ke komerčnímu vysílání televize zaujal SSSR. Již více než tři roky je v trvalém provozu družice Stacionar 4, která svým signálem pokrývá celou východní část Evropy až po Ural. Signál této družice na našem území je jen o 3 dB pod úrovní signálu oproti místu s jeho největší intenzitou. Protože příjem signálu této družice je možný na celém území našeho státu a proto, že Sovětský svaz umožňuje bezplatný příjem centrálního vysílání moskevské televize, a to jak profesionálními stanicemi, tak i amatérskými využívajícími aparaturou (signál není šifrován), probereme si dálé praktické možnosti tohoto družicového příjmu.

Systém pevné družicové služby Moskva který svým dosahem překrajuje hranice Sovětského svazu, byl vybudován pro distribuci centrálního televizního programu SSSR v soustavě Intersputnik. K jeho přenosu slouží dvě družice Stacionar 4 a Stacionar 5. Družice Stacionar 4 je umístěna nad rovinou ve výšce zhruba 36 tisíc km na 14° západní délky (nejzápadnější část afrického kontinentu) a vyzkývá svým signálem celou východní Evropu. Družice Stacionar 5 je určena pro centrální a východní oblasti SSSR. Obě družice slouží k přenosu televize, rozhlasu, telefonu a faksimile, modulace je analogová i digitální. Průměrný výkon v televizním kanálu je 20 W na kmitočtu necelých 3,7 GHz. Anténní systém na družici má při využívacím úhlu asi 4 stupně, při kterém spolehlivě pokryje celé území evropských socialistických států i evropskou oblast SSSR, zisk asi 30 dB. Celkový střední ekvivalentní izotropní výzářený výkon směrem k Zemi je tedy 43 dBW. Součtové ztráty při rozptylu signálu na trase družice – povrch země v ČSSR jsou reprezentovány útlumem –196 dB. Družice pro nás „víší“ asi 27° nad horizontálním rovinou povrchu země zhruba jihozápadním směrem. Intenzita signálu při povrchu Země (kolmo na družici) je  $-196 + 43 = -153 \text{ dBW}$  ( $1 \text{ W} = 0 \text{ dBW}$ ). Jednotka dBW je vhodná pro počítání polí vysílačů, pro požadavky na výpočet zisku přijímače se používá intenzita pole vyjádřená v mW (čili  $-30 \text{ dB}$ ). V těchto jednotkách je pak intenzita pole družicového vysílače  $\sim 123 \text{ dBm}$  (dBmW), což je intenzita nepatrná, a odpovídá intenzitě pole  $5.10^{-13} \text{ mW}$ .

Signál z antény družice je kruhově polarizovaný, optimální přípůsobení zářiče pro kruhovou polarizaci v přijímací anténě se pohybuje v okolí 100 Ω. Pak je při zisku přijímací antény 33 dB (parabola o průměru něco pod 2 metry) intenzita signálu na jejím výstupu

$$E = \sqrt{RW} = 0,01 \mu\text{V}$$

Abychom dostali uspokojivý obraz na obrazovce televizoru, potřebujeme na jeho vstupu řádově desítky μV. To znamená

ná, že musíme přijatý signál nejen převést na kmitočet, který je televizor schopen zpracovat, ale také jej musíme víc jak tisícinásobně zesilit. Konvertor, předzesilovač a další obvody musí mít proto zisk nejméně 60 až 70 dB.

Aby mohl signál z družice překlenout tak obrovskou vzdálenost a nepohltit jej rušení amplitudového charakteru, je na rozdíl od amplitudově modulovaného obrazového signálu používaného v pozemním vysílání signál z družice modulován kmitočtově. To ovšem vyžaduje přenos podstatně širšího pásma kmitočtů – systém Moskva používá zdvih videosignálu  $\pm 13\text{ MHz}$  a pro dva přenášené zvukové kanály  $\pm 1\text{ MHz}$ . Celkový vrcholový zdvih v systému Moskva je  $\pm 15\text{ MHz}$ , což je v souladu se zdvihem použitým v předchozích systémech Orbita.

Na přijímací straně je pak ovšem třeba demodulovat kmitočtově modulovaný signál a převést jej na signál modulovaný amplitudově.

Protože v kmitočtovém pásmu 4 GHz, v kterém vysílá družice, pracuje řada jiných služeb (zejména radioreléové spoje), vzniká značné nebezpečí vzájemného rušení. Aby nedocházelo k rušení těchto služeb, je nezbytné dosáhnout pro malé úhly dopadu signálu na povrch Země malé hustoty výkonového toku na 4 kHz pásmu, čili zajistit, aby maximální přípustná intenzita výkonu v pásmu 4 kHz (tj. šířka telefonního kanálu, který by mohl být rušen) u povrchu země nepřesáhla hodnotu  $\sim 122\text{ dBm/m}^2$  pro rozsah 4 kHz. To je řešeno v soustavě Moskva použitím efektivního systému disperze energie. Tato disperze se řeší tak, že kmitočet vysílače je trvale rozložován kmitočtem 2,5 Hz se zdvihem  $\pm 4\text{ MHz}$ . Tím je dosaženo jakéhosi umělého rozptylu výkonu při povrchu země, což snižuje míru rušení v telefonních pozemních systémech. Průběh rozložování má trojúhelníkový tvar. Disperze signálu kmitočtem 2,5 Hz byla zvolena proto, že je na přijímací straně možná účinná filtrace pomocí úzkopásmové zpětné vazby a navíc se tento kmitočet již neprojeví rušivě v obrazovém signálu. Přijímač pak může mít dolaďovací smyčku AFS, která tyto změny vysílačního kmitočtu sleduje.

Ovšem je zde možný i opačný typ rušení a ten je z energetického hlediska mnohem horší. Jde o rušení příjmu televizního signálu z družic pozemními službami. Je proto doporučováno, aby stavba družicového přijímacího střediska byla co nejdéle od rušivých zdrojů, jakým je např. radioreléová trasa. Z téhož důvodu se také nedoporučuje instalovat parabolickou anténu na vyvýšené místo (střechu výškové budovy; ale naopak co nejvíce, ovšem s nezakrytým výhledem, na družici. Okolní zástavba a přirozené překážky pak brání průniku rušivých signálů na září parabol. Intenzita rušivých signálů i při značně vzdálených zdrojích může být vlivem velké požadované citlivosti mnohatisícinásobně větší, než je intenzita vlastního přijímaného signálu z družice. Z toho je také vidět, jak je důležitá selektivita přijímače, aby nedocházelo k jeho zahlcení rušivými signály. Při tak značných rozdílech intenzity užitečného a rušivého signálu se i úzce směrový účinek antény, jež vyfazovací úhel se pohybuje mezi jedním až dvěma stupni, uplatní pouze částečně. Příjem bočními laloky u paraboly může být poněkud potlačen „límcem“, tj. válcovým lemem kolem paraboly (plechový), který ovšem – jak bylo prakticky ověřeno – částečně potlačuje i příjem užitečného

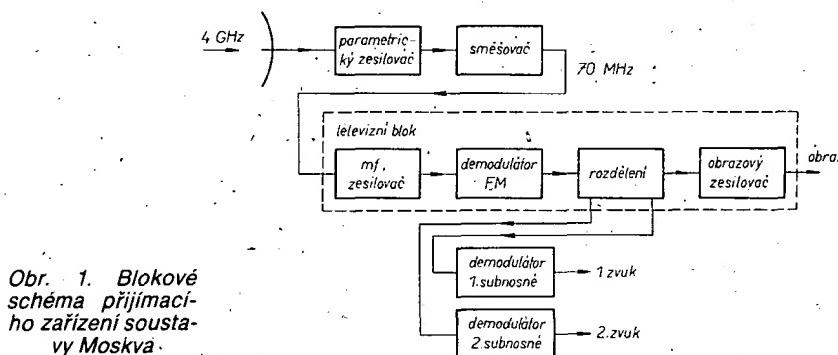
signálu. Také umístění paraboly v daném místě je i při teoreticky zcela homogeném pokrytí území velmi problematické. Při experimentálním ověřování bylo zjištěno, že stačí změna polohy i jen o několik cm a dochází k radikální změně intenzity signálu, zejména ve vztahu k signálu rušícímu. Výhled paraboly na družici kromě toho musí být naprostě nezakrytý. I větvíčky blízkého stromu mají vliv na snížení intenzity přijímaného signálu a při větru na jeho kolísání.

Širší vyzárovací úhel ( $4^\circ$ ), než jaký by byl prakticky třeba pro pokrytí daného území, je u družice zvolen proto, aby kompenzoval její mírné výkyvy na stacionární dráze. Na přesnost požadované stability závisí mimo jiné i životnost družice. Její stabilita je totiž regulována plynovými tryskami. Cílem je navedení družice na oběžnou dráhu přesněji, tím je i následná spotřeba plynu na průběžnou stabilizaci menší a tím déle vydří jeho zásoby v družici. Po vyčerpání plynových zásob se družice rozkmitá a je k nepotrebně. Malé výkyvy družice jsou ještě dorovnávány elektricky řízeným pohybem antény. Této energie má družice díky slunečním bateriím relativně dostatek.

ku signálem o výkonu 64 dBW na kmitočtu 12 072,72 MHz. Televizní družice má být spojena s řídící stanicí na území ČSSR modulačním spojem, který ji má zásobovat televizními programy vytvářenými čs. televizní organizací.

Celoplošné pokrytí území ČSSR a distribuci signálu účastníkům má zabezpečovat soustava pomocí čtyř pozemských sestav:

- profesionální přijímače s parabolickou anténou o průměru 3 m, dodávající signál pozemským vysílačům, pracujícím v některém volném kanálu v pásmu 620 až 790 MHz;
- skupinové přijímače s anténou o průměru 2 m, které budou napájet velké, případně malé televizní kabelové rozvody pro 10 000 případně 1000 účastnických připojek;
- individuální přijímače kanálové s anténou do průměru 1 m dodávající signál do domovních kabelových rozvodů asi pro 50 účastnických připojek;
- individuální přijímače napájecí standardní televizory jednotlivých účastníků.



Obr. 1. Blokové schéma přijímacího zařízení soustavy Moskva.

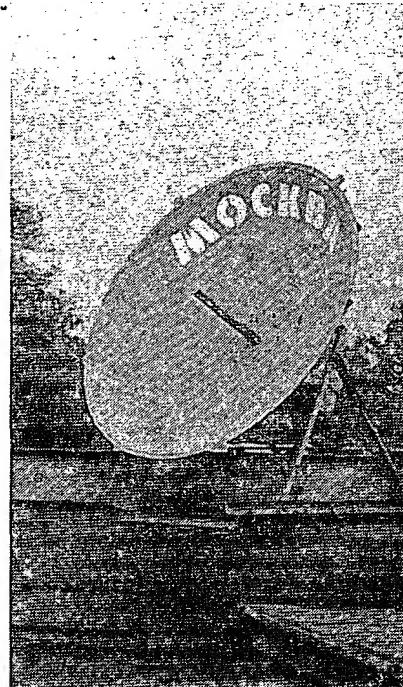
Blokové schéma přijímacího profesionálního zařízení soustavy Moskva je na obr. 1. Za anténou o průměru 2,5 m je nízkošumový parametrický zesilovač, dále blok směšovače s místním oscilátorem, televizní blok, který obsahuje mezinárodní frekvenci záření, kmitočtový demodulátor a videozesilovač. Za kmitočtovým demodulátorem je zapojen filtr subnosných, za nímž jsou dva zvukové bloky. Tyto bloky obsahují kmitočtový demodulátor zvuku, a nízkofrekvenční zesilovač. Součástí přijímacího zařízení jsou také obvody pro odstranění signálu disperze energie.

### Současný stav RDS v ČSSR a vysílání dalšího TV programu

Československá soustava družicové televize se koncipuje v souladu s výsledky programu mezinárodní vedeckotechnické spolupráce Interkosmos. ČSSR předpokládá využití společné družice pro přenos obrazového signálu v televizní soustavě D, K/SECAM. Obraz bude doprovázen dvěma zvukovými kanály pro přenos ve dvou různých jazycích, případně pro stereofonii. Uvažuje se též o využití přenosového kanálu pro dodatečné informace typu teletext.

V první fázi rozvoje soustavy hodlá ČSSR využívat jeden vysokofrekvenční přenosový kanál družice s několika transpondery, která bude společná všem socialistickým zemím. Družice má být umístěna ve shodě s WARC-BS-77 na geostacionární pozici  $1^\circ$  W a má pokryt území ČSSR v předepsaném vyzárovacím svaz-

V případě, že bude včas rozhodnuto o výstavbě, je možno očekávat provoz soustavy počátkem devadesátých let. Systémem RDS by měl být pak šířen III. TV program.

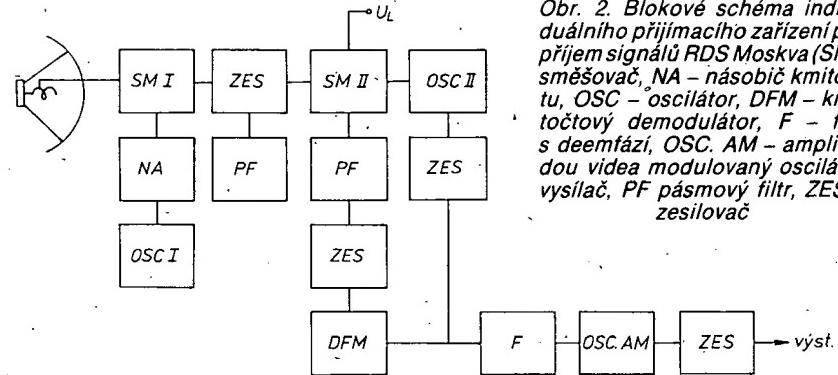


Parabolická anténa pro příjem TV signálu z družice systému Moskva, umístěná na střeše nízké budovy a částečně kryta okolní zástavbou.

## ► Amatérský příjem signálů systému Moskva

Protože radioamatérů a zejména ti nejvyspělejší nezůstávají ve využití nejmodernější techniky nikdy pozadu, ale jsou obvykle jejím předvojem, mělo by tomu tak být i v této oblasti. Profesionální příjem a vysílání přes družici zajistí čs. spoje, pro individuální amatérský příjem dáváme k dispozici vyspělým amatérům ideově konstrukční návrh řešení celé obvodové soustavy přijímače vyjma konstrukčního řešení paraboly, která by pro příjem této družice měla mít průměr nejméně 2 m. Popisované obvodové řešení není detailní, ale vyspěli amatérů, a jiným nelze stavbu doporučit, si již budou umět poradit.

Kruhově polarizovaný signál přichází na parabolickou anténu a odráží se do jejího ohniska, kde je umístěn zářič pro příjem signálu s kruhovou polarizací (obr. 2). Přijatý signál se vede do směšovače (nebo parametrického zesilovače), do kterého se zároveň přivádí kmitočet místního oscilátoru, jehož výstupní harmonický kmitočet je naladěn o mezifrekvenční kmitočet výše, než je přijímaný kmitočet. Rozdílový produkt směšovače se zesiluje ve dvoustupňovém laděném zesilovači a přivádí se napájecem do dalšího směšovače. Kmitočet oscilátoru této směšovací jednotky je řízen videosignálem získaným po demodulaci a rozmitá tak jeho kmitočet. Tím se rozšíří pásmo přenášeném smě-



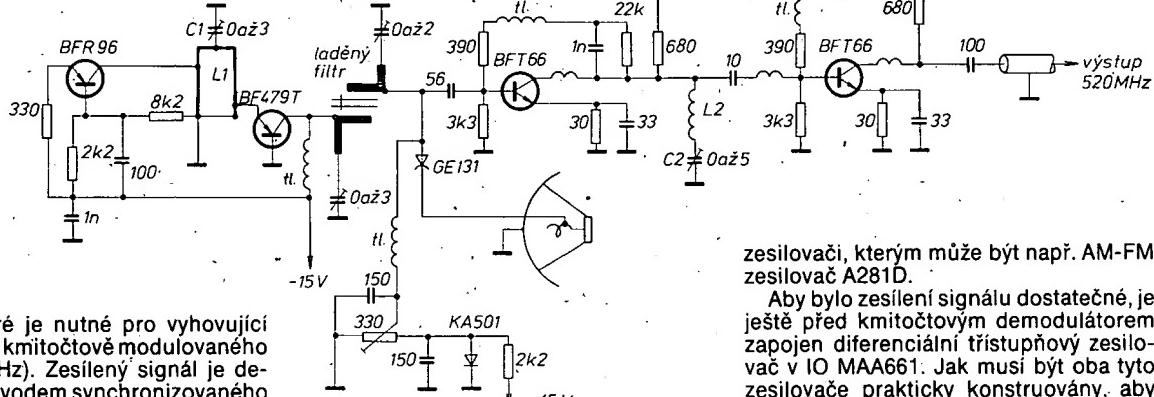
Obr. 2. Blokové schéma individuálního přijímacího zařízení pro příjem signálů RDS Moskva (SM – směšovač, NA – násobič kmitočtu, OSC – oscilátor, DFM – kmitočtový demodulátor, F – filtr s deemfází, OSC. AM – amplitudou videa modulovaný oscilátor vysílač, PF pásmový filtr, ZES – zesilovač)

maný. Protože realizace takového oscilátoru by byla velmi obtížná, je obvod oscilátoru naladěn na kmitočet 1,4 GHz a výstupní laděný filtr pak vybírá příslušnou harmonickou. Pro příjem v pásmu 3,7 GHz je to třetí harmonická, pro příjem v pásmu 12 GHz devátá. Délka laděné smyčky oscilátoru L1 je asi 4 cm, kapacita trimru 0 až 3 pF. Celý rezonanční obvod lze realizovat způsobem známým z UHF techniky – VI. TV pásmo. Na výstupu z oscilátoru je laděný obvod – filtr – pro výběr příslušné harmonické, realizovaný jako Lecherovo vedení. Celý tento filtr lze výhodně řešit jako páhýly o délce  $\lambda/4$  formou plošných spojů. Protože jsou v oscilátoru použity tranzistory typu PNP, je plus pól na kostře, která tak musí být

dalšího směšovače (obr. 4) a jeho kmitočet je snížen na 35 MHz. Tento kmitočet již lze běžným způsobem zesilovat.

Také zde je výhodné použít běžně dostupného dílu, a to normálního UHF tuneru z televizního přijímače. Tuner se naladí na výstupní kmitočet přicházející od anténního zesilovače. Výstupní mf kmitočet se vede na pásmový filtr 35 MHz, který však musí být značně zatlumený, aby přenesl celé pásmo 27 MHz. Je přirozené, že obvody tuneru i tohoto filtru jen ztěží mohou přenést celé toto pásmo kmitočtů, protože jsou stavěny na přenos podstatně užšího pásmá; je proto vhodné i v tuneru zatlumit příslušné obvody. Mf kmitočet 35 MHz je dále zesílen v integrovaném vf

Obr. 3. Antennní konvertor se zesilovačem. Jsou umístěny v držáku zářiče paraboly



šovačem, které je nutné pro využívající přenos celého kmitočtového modulovaného signálu (27 MHz). Zesílený signál je demodulován obvodem synchronizovaného detektoru a po filtrace a zesílení je videosignálem modulovaný oscilátor, který je naladěný na vhodný kmitočet v I. nebo III. televizním pásmu.

Celý blok prvního oscilátoru (1,4 GHz), směšovače a dvoustupňového zesilovače (obr. 3) musí být umístěn v těsné blízkosti zářiče paraboly, nejlépe v jeho držáku. Zářičem je laděná spirálová anténa s vhodně impedančně přizpůsobeným (odbočkou na spirále) odběrem signálu. Spirálová anténa (průměr spirály je  $\lambda/4$ ) v místě správného přizpůsobení linearizuje kruhově polarizovaný signál. Místo spirálové antény lze použít i zkřížený dipól propojený čtvrtvlnným vedením tak, aby signál s kruhovou polarizací linearizoval, ale tento způsob je podstatně náročnější na realizaci. Zachycený signál se přivádí na tunelovou diodu (čs. výroby), která pracuje jako směšovač přijímaného signálu se signálem místního oscilátoru. Odporovým trimrem v obvodu tunelové diody se nastavuje její správný pracovní bod.

Oscilátorový kmitočet je o mezifrekvenční kmitočet vyšší než kmitočet přijí-

galvanicky oddělena od ostatních částí antény a zesilovače.

Směšováním vzniklý rozdílový kmitočet v okolí 520 MHz (lze zvolit i jiný mf kmitočet) je zesílený ve dvoustupňovém zesilovači se sérioparalelním laděným obvodem mezi oběma tranzistory. Celý zesilovač včetně laděného obvodu je třeba řešit jako rezonanční UHF obvod. Pracovní odpory a blokovací kapacity v emitorech obou tranzistorů musí být naprostě bezindukční. Jako zesilovače lze s výhodou použít dvou běžně prodávaných předzesilovačů pro některý kanál UHF pásmá. Na výstupu zesilovače dostáváme signál, který můžeme vést souosým kabelem maximálně několik metrů dlouhým k dalšímu zpracování.

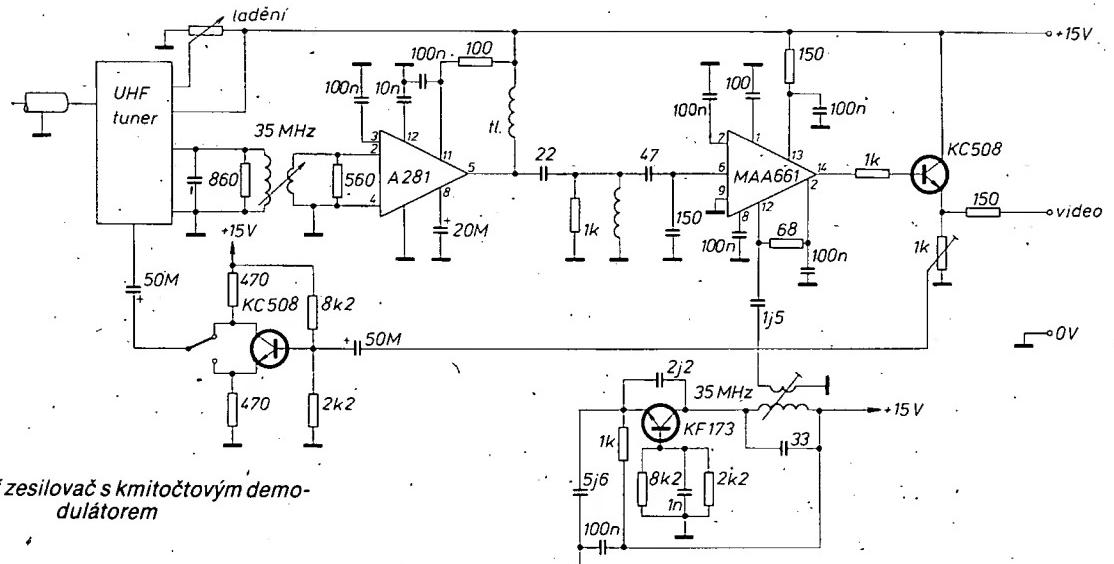
V tomto bodě je televizní signál ještě kmitočtově modulovaný, se šírkou pásmá 27 MHz, ale s nepatrnnou intenzitou signálu. Aby mohl být signálem převeden z kmitočtové modulace na amplitudovou, je potřebné ještě jeho další značně zesílení, nejméně 60 dB. Dosáhnout tak velkého zesílení na tomto kmitočtu je prakticky neproveditelné. Proto je signál veden do

zesilovače, kterým může být např. AM-FM zesilovač A281D.

Aby bylo zesílení signálu dostatečné, je ještě před kmitočtovým demodulátorem zapojen diferenciální třistupňový zesilovač v IO MAA661. Jak musí býtoba tyto zesilovače prakticky konstruovány, aby nedocházelo k jejich rozkmitání, je jistě zájemcům o stavbu naprostě jasné. Po kmitočtové demodulaci (v synchrodetektoru) je amplitudově modulovaný videosignál (kmitočtově modulovaný zvukový doprovod není demodulován) veden na laděný obvod deemfáze, kde jsou odfiltrovány nežádoucí složky signálu. Z téhož výstupu je veden videosignál i pro rozmitání oscilátorového kmitočtu v tuneru, kterým se tak dosáhne větší šířky přenášeného pásmá, čímž se zlepší obrazový signál. Vazební kapacita je proto tak velká, aby bylo možno tohoto obvodu využít i pro dodávání disperze, tj. 2,5 Hz. Přepínání připojení na emitor či kolektor se volí podle použití negativní nebo pozitivní modulace videosignálu.

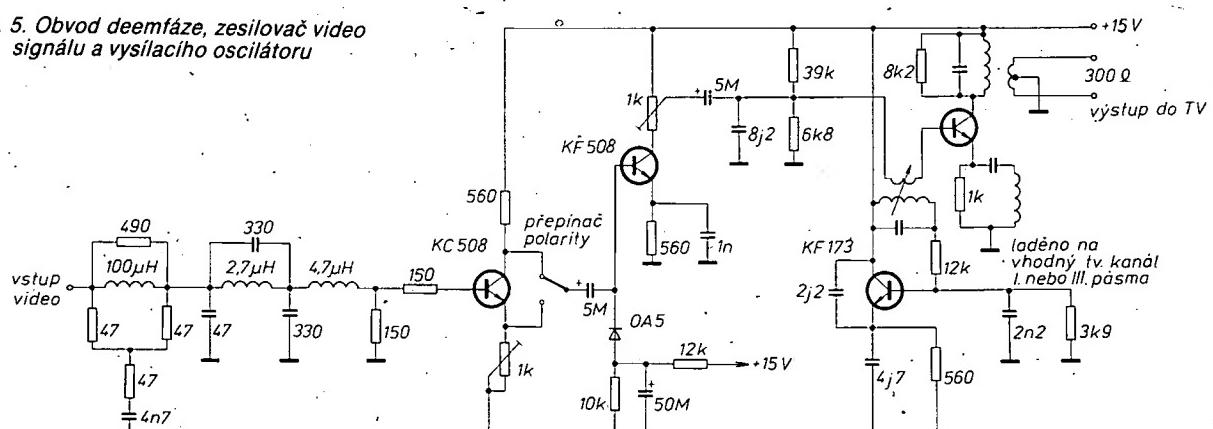
Zesílený videosignál je modulován kmitočtem oscilátoru – vysílače (obr. 5), kterým se videosignál převede na vhodný kanál I. nebo III. pásmá. Výstupní signál se pak přivádí do antennních zdírek běžného televizního přijímače.

Uvedené zapojení má už od vstupního směšovacího diody jednu zvláštnost – lze na ně přijímat se značným ziskem i pozemské vysílače pracující v pásmu prvního mezifrekvenčního kmitočtu, tj. v okolí



Obr. 4. MF zesilovač s kmitočtovým demodulátorem

Obr. 5. Obvod deemfáze, zesilovač video signálu a vysílacího oscilátoru



520 MHz. Při jeho pokusné realizaci v Praze – kde jsou za vhodných podmínek dosažitelné přibližně ze stejného směru jako „visí“ družice OTS i vysílače Schnaitsee, Pfarrkirchen a Hoher Bogen vysílající v kanálech 26 až 28, tj. na kmitočtech 510 až 534 MHz, tedy v okolí mezifrekvenčního kmitočtu – konstruktéři ukvapeně já-sali, že jde o příjem z družice, když se na obrazovce objevil velmi pěkný obraz. Dvooupálmetrová parabola totiž přijímala troposférickým rozptylem šířený signál pozemského vysílače z NSR, který byl po zesílení (FM detekce se neuplatnila) přiváděn do televizního přijímače. Dalším studiem pak bylo zjištěno, že příslušná družice vysílá nepravidelně v řadě kanálů různé, většinou zakódované programy, což znemožňuje v současné době běžný příjem. Při příjmu ze sovětské družice k podobné záměře dojít nemůže, protože na jihozápad od nás určitě žádný jiný program v ruštině vysílán není.

Družicový způsob přenosu televizních programů zemským televizním vysílačům se ukázal velmi účinným, avšak trvalý „nával“ v kmitočtových pásmech pod 10 GHz vyžaduje konstrukci nových družicových soustav v pásmech nad 10 GHz. Proto byla v rámci vědeckotechnické spolupráce socialistických zemí Interkosmos využita družicová soustava LUČ v pásmech 11/14 GHz a v experimentálním provozu se zkouší přenos televizního signálu na této vysokých kmitočtech. Přijímací stanice pro tento provoz byla vyvinuta v ČSSR a plně se osvědčila. Na základě úspěšného vyzkoušení stanice připravuje československý elektronický průmysl výrobu této stanic již pro profesionální využití.



CAMPAGNA DIVULGATIVA **VICKY SATELLITE CLUB**  
Zprávy o příjmu sovětské televize přes družici i s konstrukčními návody  
přijímacího zařízení přinesly také italské časopisy pro radioamatéry  
a elektroniky



# HIFIKLUBŮM SVAZARMU:

## NF ZESILOVÁČ

Josef Hurta

Koncem sedmdesátých let se v odborné literatuře začalo obsáhlé diskutovat o vlastnostech nf zesilovačů. Pozornost se tehdy soustředila na výskyt tzv. dynamických zkreslení TIM a SID. Pro bližší informaci doporučují k přečtení článek uveřejněný v AR A2 a 3/81, který se touto problematikou podrobně zabývá.

Ve své konstrukci jsem se snažil omezit vznik dynamických zkreslení na nejnižší možnou míru. V zesilovači nejsou použity žádné zpětnovazební korekční členy a výstupní výkon je volen tak velký, aby nebylo nebezpečí přebuzení zesilovače ve špičkách ani při velmi hlasité reprodukcii.

Zesilovač lze postavit v několika variantách, které jsem označil písmeny A, B, C a D (obr. 1 až 4). Základní, nejkomfortnější variantou je provedení A, ostatní se co do parametrů odlišují jen velmi nepatrně (např. v šumu či přebuditelnosti). Varianty B, C a D vypoštějí některé obvody a znamenají tedy levnější a méně komfortní provedení.

### Základní parametry varianty A

**Kmitočtový rozsah:** 20 Hz až 20 kHz  
 $\pm 0,5$  dB.

**Výstupní výkon:** 2x85 W ( $R_z = 4 \Omega$ ),  
 $2 \times 70$  W ( $R_z = 8 \Omega$ ).

**Výkonová šířka pásma:** 20 Hz až 20 kHz  
 $\pm 0,5$  dB.

**Rychlosť přeběhu:** 12 V/ $\mu$ s.

**Vstupní citlivost:** GRAMO 2,5 mV (RIAA),  
LIN 200 mV.

**Vstupní impedance:** GRAMO 50 k $\Omega$ ,  
LIN 240 k $\Omega$ .

**Odstup GRAMO 60 dB,**  
LIN 80 dB.

**Harmonické zkreslení:** 0,5 %.

**Přebuditelnost:** min. 30 dB.

**Korekce:** +12 – 9 dB (100 Hz),  
+14 – 9 dB (10 kHz).

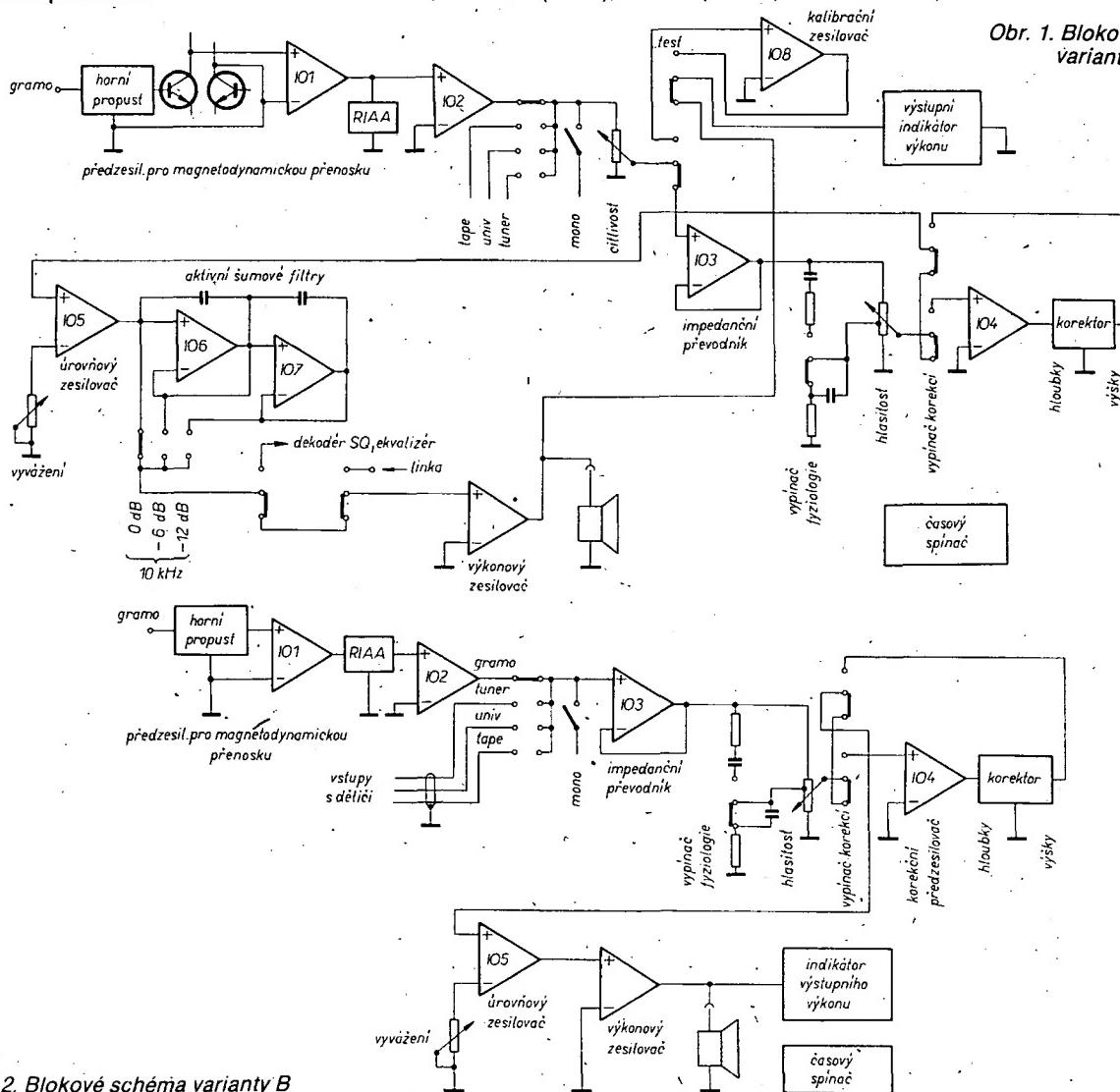
**Šumový filtr:** -2 dB (5 kHz), -6 dB  
(10 kHz),  
-4 dB (5 kHz), -12 dB (10 kHz).

Rozdíly mezi jednotlivými variantami vyplývají z jednotlivých schémata zapojení. Pro všeobecnou informaci bych uvedl, že varianta D nemá měřicí výstupního výkonu a varianty C a D mají o něco menší přebuditelnost. Varianta D má zjednodušený předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku.

Čtyři varianty předkládám čtenářům proto, aby si každý mohl zvolit takové provedení, které mu bude jak funkčné, tak i komfortem ovládání nejlépe vyhovovat. Různým odlišným sestavám i kombinacím se samozřejmě meze nekladou. Připomínám, že desky s plošnými spoji jsou nakresleny pouze pro sestavu A a při volbě jiné varianty je třeba zapojení podle schématu příslušně upravit. Všechny součástky pro jednotlivé varianty, které mají shodnou funkci, jsou též shodně označeny. Varianty C a D můžeme zapojit na libovolné univerzální desce.

Zapojení a funkci jednotlivých dílů zesilovače budeme sledovat na celkových schématech.

Obr. 1. Blokové schéma varianty A



Obr. 2. Blokové schéma varianty B

## Předzesilovač pro magnetodynamickou přenosku

Předzesilovač lze realizovat v několika verzích podle nároků, finančních možností i podle jakosti použitého gramofonu. Jedno z řešení je na obr. 5. Jsou použity dva operační zesilovače nové řady s tranzistory FET na vstupu (MAC156), jejichž SR je  $12 \text{ V}/\mu\text{s}$  minimálně, typicky asi  $20 \text{ V}/\mu\text{s}$ . Bez změny na desce s plošnými spoji lze použít i jiné OZ, například MAC157, LF157, LF357 (SR =  $50 \text{ V}/\mu\text{s}$ ), nebo TL071, TL081, TDA1034, NE5534 (SR =  $15 \text{ V}/\mu\text{s}$ ).

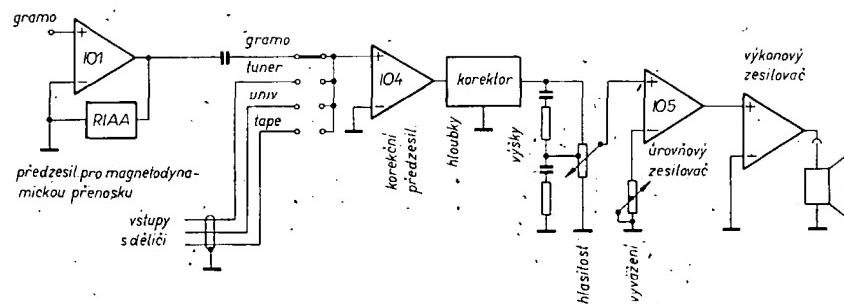
Vstupní signál z magnetodynamické přenosky je přiveden na neinvertující vstup IO1 a odtud na pasivní korektor. Další operační zesilovač IO2 zajišťuje korigovaný signál na úroveň potřebnou pro vstup korekčního zesilovače. Oba IO pracují v neinvertujícím zapojení. Výhoda pasivního korektoru spočívá v tom, že v žádném případě nemůže zhoršovat dynamické vlastnosti v porovnání se zpětnovazebními korektory. Musíme ovšem použít rychlé OZ a uvědomit si, že relativně velký útlum pasivního korektoru zmenšuje přebuditelnost tohoto zesilovače. I tak je přebuditelnost větší než  $30 \text{ dB}$ , což je více než dostačující rezerva.

Vstupní odpor předzesilovače určuje rezistor R1 a na děliče R2 a R3 závisí zesílení obvodu. Pasivní korektor tvoří R4, R5, R6, R7, C5 a C6. Zesílení druhého IO určuje dělič R9, R10 a R11. Odporným trimrem R10 lze nastavit požadované výstupní napětí a R12 má pouze ochrannou funkci, neboť zabraňuje poškození IO při připadném zkratu na výstupu, pokud bychom nepoužili vazební kondenzátor C7 a navázali další stupeň stejnosměrně. V tom případě by však bylo nutno nastavovat výstupní symetrii, což by znamenalo neúčelnou komplikaci. Přes relativní jednoduchost zapojení a při dodržení tolerance součástek pasivního korektoru  $\pm 5\%$  jsem naměřil od křivky RIAA největší odchylku menší než  $0,5 \text{ dB}$ , což je více než uspokojující.

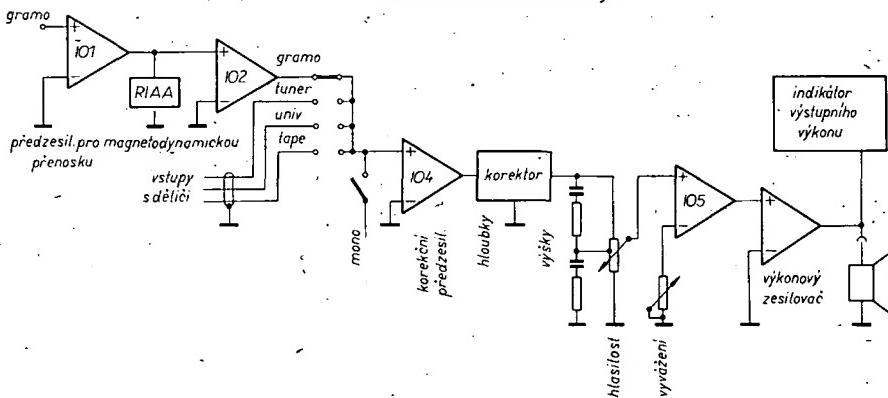
Pro zlepšení šumových vlastností jsem na vstup IO1 zapojil dvojici tranzistorů s malým šumem T1 a T2. Lze použít monolitickou dvojici KC810, případně z hlediska šumu vybrat vhodné kusy z typů KC509 nebo BC413. Změnou R15 lze upravit kolektorový proud T1 a T2 tak, aby byly zajištěny optimální šumové vlastnosti. V zapojení teče každým z obou tranzistorů asi  $0,25 \text{ mA}$ . Nejlepších výsledků dosáhneme s tranzistory FET (např. 2SK30, 2SK147, 2SK151), které mají vynikající šumové vlastnosti i při kolektrovém proudu  $1 \text{ mA}$ . Šumové číslo předzesilovače je závislé i na typu použitého OZ. Pro tuzemské obvody MAC156 a MAC157 platí, že obvody s větším klidovým proudem mají menší šumové číslo. Nejlepší výsledky dávají OZ TDA1034 a NE5534, u nichž se nevyskytuje blikavý šum.

Pro majitele gramofonů s přímým polohem talíře je vhodné, aby na vstup předzesilovače zařadili horní propust, která potlačuje kmitočty asi od  $25 \text{ Hz}$  se strmostí  $25 \text{ dB}/\text{oktávu}$ . Tuto propust tvoří rezistory R16 až R19 a kondenzátory C8, C9, C13 a C14.

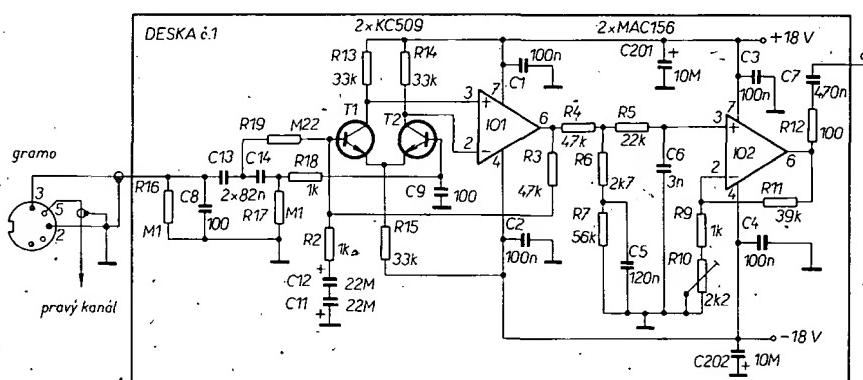
Ti zájemci, kteří nepožadují korekční zesilovač, mohou výstup předzesilovače připojit přímo na vstup výkonového zesilovače se vstupní citlivostí asi  $0,8 \text{ V}$ . Pro stereofonní provedení doporučují použít k regulaci hlasitosti potenciometr s dvojitým hřidelem, který pak poslouží současně jako regulátor vyvážení.



Obr. 3. Blokové schéma varianty C



Obr. 4. Blokové schéma varianty D



Obr. 5. Varianta A (předzesilovač pro gramofon, vstupní obvody)

### Oživení předzesilovače

Předzesilovač je poměrně jednoduchý a jeho sestavení nebude patrně činit problémy. Mezi nejdůležitější zásady stavby patří správné zemnění (pokud bychom se odchylovali od stavby na uveřejněné desce s plošnými spoji). Je však třeba upozornit na to, že na desce je ponecháno místo na blokování kladné i záporné větve napájení. Tyto blokovací kondenzátory (C15 a C16) není zpravidla nutné použít. Totéž platí i o kondenzátořech C8 a C9. Při propojování jednotlivých částí stíněnými kablíky je nutno dbát, abychom nevytvorili zemní smyčky, které by mohly způsobovat zvětšený brum. Kablíky jé proto nutné zemnit pouze na jedné straně. Je též vhodné celý předzesilovač odstínit a dbát na to, aby byl umístěn co nejdále od výstupu výkonového zesilovače. Je též vhodné použít pro IO objímky, abychom jejich případnou záměnu zajistili nejlepší sumové vlastnosti.

K nastavení potřebujeme nf generátor a milivoltmetr. Na vstup předzesilovače přivedeme signál  $2,5 \text{ mV} / 1\text{kHz}$  a odporným trimrem R10 nastavíme na výstupu předzesilovače napětí  $200 \text{ mV}$ . Pak ještě můžeme zkонтrolovat kmitočtovou charakteristikou, zda odpovídá křivce RIAA.

### Korekční zesilovač

Na obr. 6 budeme sledovat obvody korekčního zesilovače. Vstupní signál (z předzesilovače pro magnetodynamickou přenosku nebo jiného zdroje) je přes P1 pripojen na potenciometr P1. Běžec tohoto potenciometru je přes P2 pripojen buď na vstup IO3 nebo IO8. Integrovaný obvod IO3 je zapojen jako impedanční převodník z jehož výstupu je napájen fyziologický regulátor hlasitosti. Rezistor R20 zajišťuje stejnosměrné nulové napětí na vstupu IO3 při rozpojeném kontaktu P2.

Potenciometr P1 zajišťuje prakticky neomezenou přebuditelnost celého zesilovače. K nastavení vhodné vstupní úrovně slouží P1 a P2. V jedné poloze P2 se signál vede na vstup IO8 a výstup se připojí přes kontakty relé Re3 na odporný dělič R28, R29, R30. Přepínač výkonu je v poloze  $1 \text{ W}$ , což při zátěži  $4 \Omega$  představuje výstupní napětí  $2 \text{ V}$ .

Napětí odebírané z běžce potenciometru je IO8 zesíleno desetkrát a přivedeno na vstup měřicího výkonu se svítivými diodami. V praxi pak stačí přepnout P2 a nastavit vstupní signál na takovou úroveň, aby blikala poslední dioda měřicího výkonu – tím je kalibrace vstupní úrovně  $\Delta\Delta$

► skončena. K přepínání signálu je použito relé, neboť nelze přivádět výstupní signál do blízkosti vstupního.

Popsaný zesilovač je vybaven regulátorem hlasitosti s fyziologickým průběhem. Aby tato fyziologie správně pracovala, musíme zajistit určitou vstupní úroveň přiváděného signálu. Jestliže je například navržen na jmenovitou vstupní úroveň 200 mV, musíme dbát na to, aby tomu odpovídala výstupní úroveň všech v úvahu přicházejících zdrojů. Jinak by určité hlasitosti odpovídalo různé nastavení regulátoru a výsledkem by byl nesprávný kmitočtový průběh. To platí především o magnetofonech různé výrobky, kde se často setkáváme s tím, že výstupní signál má maximální úroveň od 0,5 až do 3 V.

Proto jsem použil obvod k nastavení vhodné vstupní úrovně. Jestliže používáme zesilovač jen pro zdroje signálů se známou výstupní úrovní, je výhodnější místo potenciometru použít odpovídající děliče. Odpadne tak IO8, vstupní potenciometr P1, relé R3 i přepínač Př2 (je to v podstatě varianta B). Fyziologický regulátor hlasitosti tvoří potenciometr P2, rezistory R23 a R24 a kondenzátory C17 a C18.

Korekce hloubek i výšek jsou pasivní. Tvoří je obvod s potenciometry P3 a P4 (0,25 MΩ/G). Přepínačem R36 a R39 lze vyřadit z činnosti. Rezistory R36 a R39 lze zmenšit nebo zvětšit rozsah korekci. Odporový trimr R32 slouží k tomu, abychom mohli nastavit celkové zesílení korektoru rovno jedné. Na místě OZ IO4 můžeme použít pouze obvody s tranzistory FET na vstupu.

### Oživení korekčního zesilovače

Nejprve ověříme mechanickou funkci všech přepínačů a pak na označená místa přivedeme potřebná napájecí napětí. Na vstup korekčního zesilovače připojíme nf generátor (signál 1 kHz 200 mV). Pak do signálové cesty postupně zasuneme do objímek jednotlivé operační zesilovače a na jejich výstupu ověřujeme správnou funkci jednotlivých celků. Začneme IO3, na jehož výstupu bychom měli naměřit signálové napětí 200 mV, které by mělo být regulovatelné potenciometrem P1.

Regulovací hodnoty potenciometrů jsou v tabulce 1.

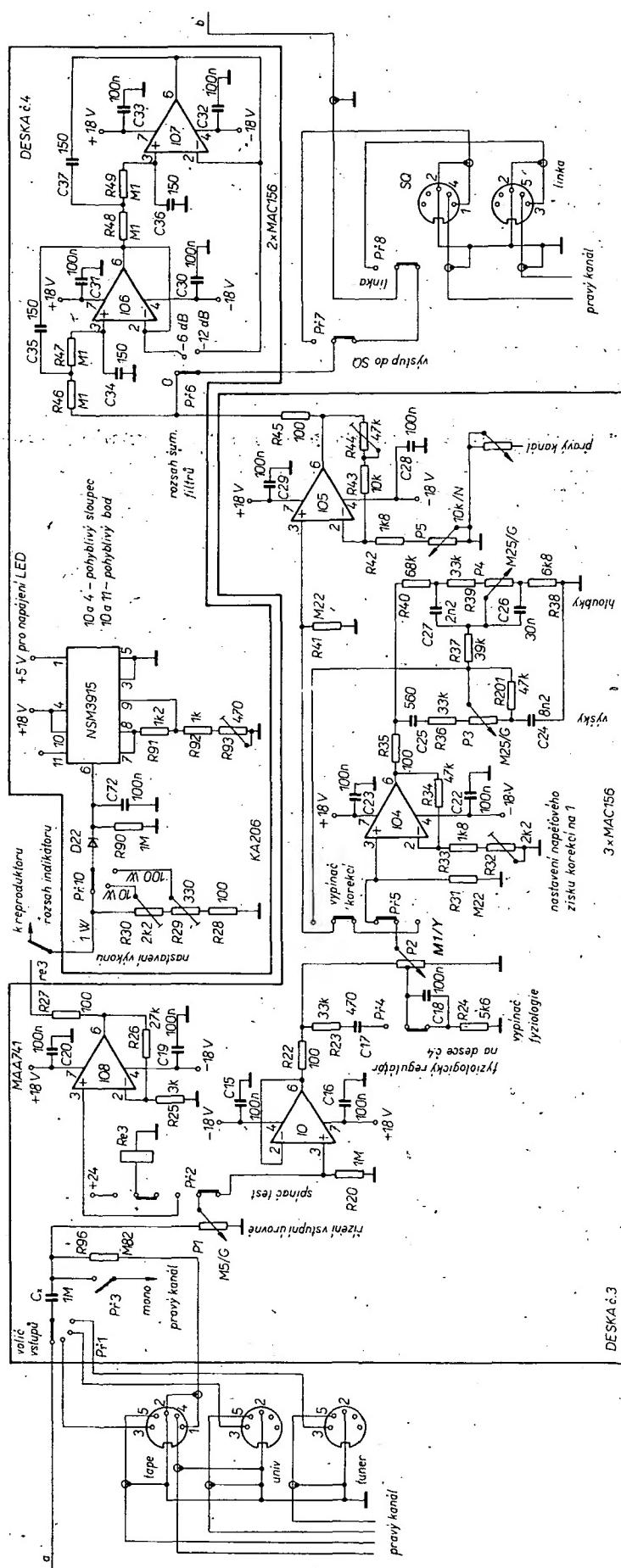
Sepneme-li přepínač Př2, měli bychom na výstupu IO8 (při potenciometru P1 naplno) naměřit signálové napětí 2 V. Nyní zasuneme do příslušné objímky IO4, potenciometry P1 a P2 nastavíme na maximum a trimrem R32 nastavíme na výstupu korekčního zesilovače signálové napětí 200 mV. Potenciometry P3 a P4 jsou přitom ve střední poloze. Tím jsme nastavili jednotkový přenos korektoru.

To je postup, který uplatníme u varianty A a B. U varianty C a D nastavíme výstupní napětí na 50 mV proto, abychom zvětšili přebuditelnost IO4. Ztrátu zisku kompenzujeme v následujícím stupni. Nakonec žkontrolujeme, zda mají korekce předepsaná zdůraznění a potlačení.

Než začneme nastavovat výstupní napětí IO5, vypneme (u provedení A a B) korekce a potenciometr P5 nařídíme do střední polohy. Trimrem R44 nastavíme optimální napětí pro buzení koncového stupně tj. asi 0,6 V. Doporučují též zkontrolovat závěrem charakteristikou celého korekčního zesilovače. Při měření výstupních napětí je vhodné zapojit paralelně k němu milivoltmetru osciloskop a kontrolovat na něm tvar a průběh měřeného signálu.

## **Úrovňový zesilovač**

Jeho úkolem je zesílit signál na úroveň potřebnou k vybúzení výkonového zesílo-



Obr. 6. Varianta A (korekční zesilovač, úrovníkový zesilovač, indikátorový zesilovač)

vače a impedančně navázat výstup korekčního zesilovače na jeho vstup. K nastavení jeho zesílení slouží odporový trimr R44, kterým nastavujeme potřebnou úroveň pro vybuzení výkonového zesilovače. Potenciometr P5 (regulátor vývážení) musí být přitom ve středu dráhy. Připomínám, že i na místě IO5 musí být použit OZ, s tranzistory FET na vstupu!

### Aktivní šumové filtry

Použití těchto filtrů není nutné, tvoří pouze doplněk ovládání komfortu zesilovače a v praxi je využívajeme jen občas. Charakteristiku filtru lze upravit změnou kondenzátorů C34 až C37. Oba OZ musí mit rovněž na vstupu tranzistory FET.

Přepínače P7 a P8 umožňují vradit mezi předzesilovač a výkonový zesilovač dekódér SQ, případně vicepásmový ko-rektor apod. Sepnutím P8 můžeme také budit výkonový zesilovač signálem z vnějšího zdroje.

### Výkonový zesilovač

Je to nejdůležitější část celého zesilovače. Jen pro informaci uvádíme, že jeho kmitočtová charakteristika (při odpojeném vstupním filtru) má pokles  $-3 \text{ dB}$  až u  $320 \text{ kHz}$  a výkonová šířka pásma je v akustické oblasti naprostě rovnoměrná. Rychlosť přeběhu výkonového zesilovače je větší než  $50 \text{ V}/\mu\text{s}$ .

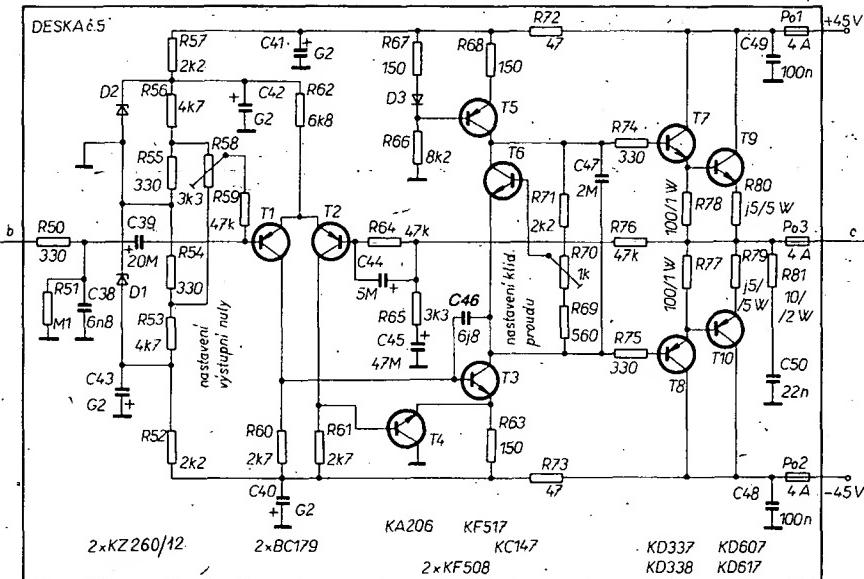
Na vstupu (obr. 7) je zapojen filtr RC, který potlačuje oblast nad akustickým pásmem. Změnou kapacity C38 můžeme nastavit počátek tohoto omezování. Trimrem R58 nastavujeme nulové napětí na výstupu zesilovače. Odpor R62 určuje proud diferenciální dvojice, v tomto případě asi  $1 \text{ mA}$  (každým tranzistorem). Kondenzátory C42 a C43 použijeme jen ten, kdo chce zajistit minimální zvlnění napájecího napěti. Při menších náročích lze též vypustit C40, C41, R12 a R13. Nahradime je drátovou propojkou. Celý zesilovač je kompenzován jediným kondenzátorem C 46. Ani s tak malou kapacitou neměl žádný z řady postavených výkonových zesilovačů žádnou závadu.

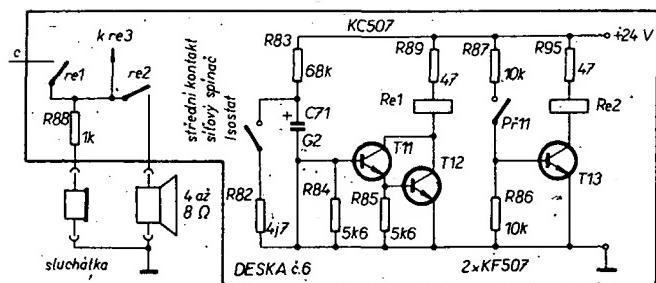
Rychlosť přeběhu je omezena hlavně kapacitou mezi bází a kolektorem výkonových tranzistorů, dominuje se však, že dosažené výsledky jsou plně uspokojivé a rychlosť přeběhu není třeba žádat zásahy ještě zvětšovat. Tranzistor druhé diferenciální dvojice (T3 a T4) protéká poměrně velký proud ( $7,5 \text{ mA}$ ), takže se může zahřívají – chlazení však není potřebné. Trimrem R70 nastavujeme klidový proud koncových tranzistorů na 30 až  $50 \text{ mA}$ .

Zesilovač je jištěn tavnými pojistkami, které je třeba dimenzovat podle požadovaného výkonu. Na dosažitelný výstupní výkon má rozhodující vliv napájecí napětí a také tvrdost síťového zdroje. Pro výběr tranzistorů bychom se měli držet zásady, že jejich  $U_{CE\max}$  musí být alespoň o 30 % vyšší, než je napájecí napětí naprázdno. To platí nejen pro výkonové tranzistory, ale i pro budicí tranzistory. Ty je třeba navíc přesně párovat; vyhovují rozdíly v zesilovacím činiteli nejvýše 15 %.

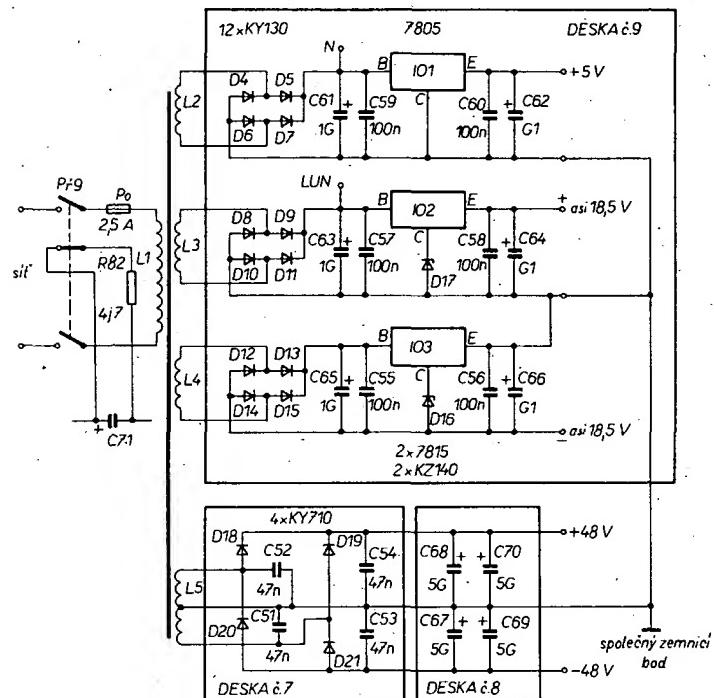
### Oživení výkonového zesilovače

Po osazení desky s plošnými spoji součástkami doporučují nejprve zkонтrolovat ohmmetrem zda jsou pouzdra tranzistorů odizolována od chladicích profilů. Je též vhodné, aby rezistory R79 a R80

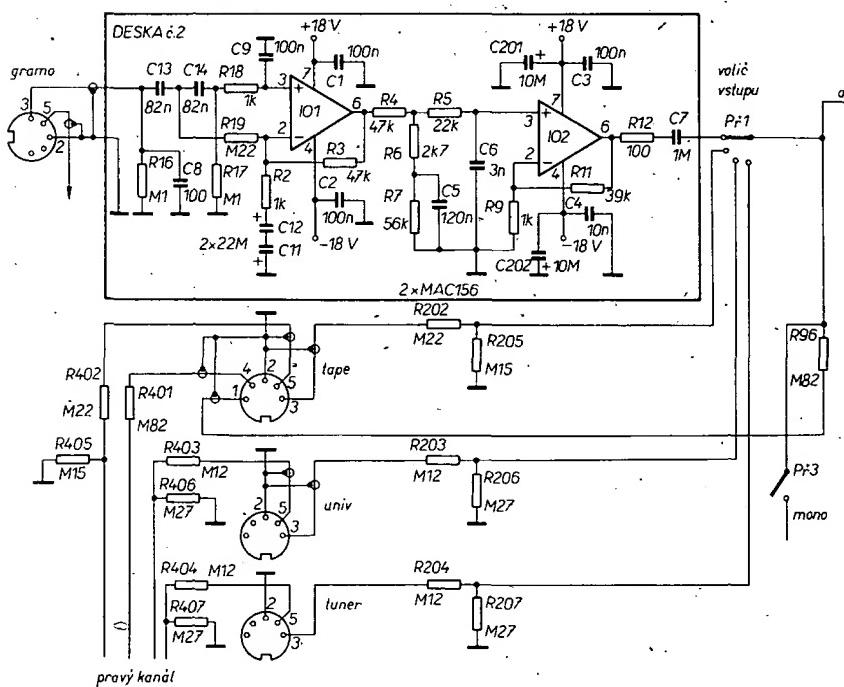




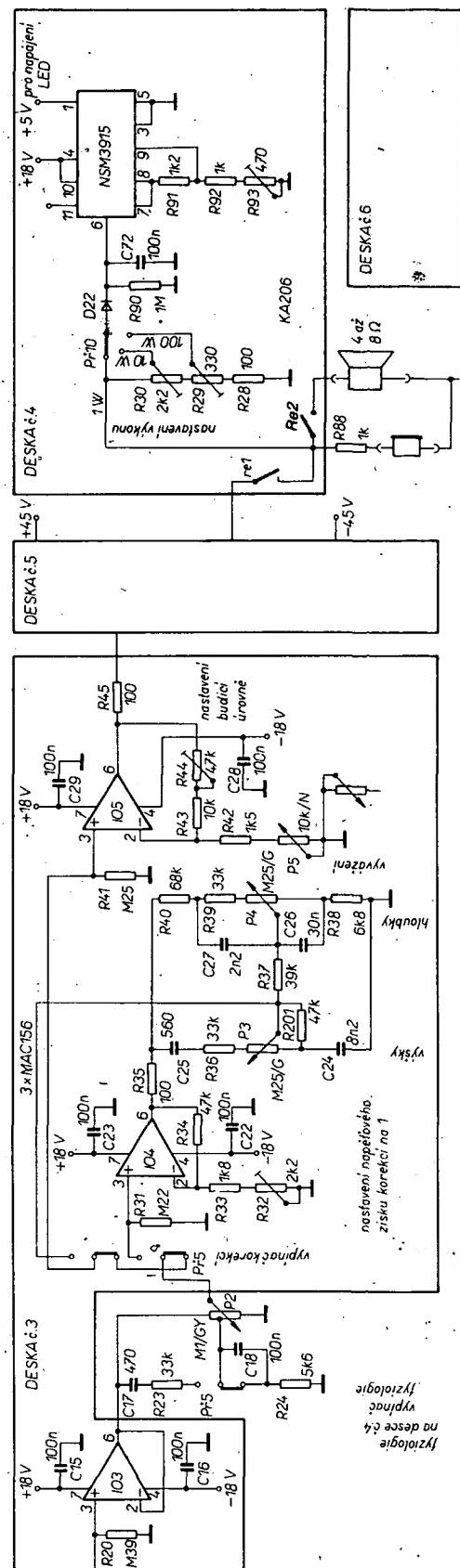
Obr. 8. Časový spínač



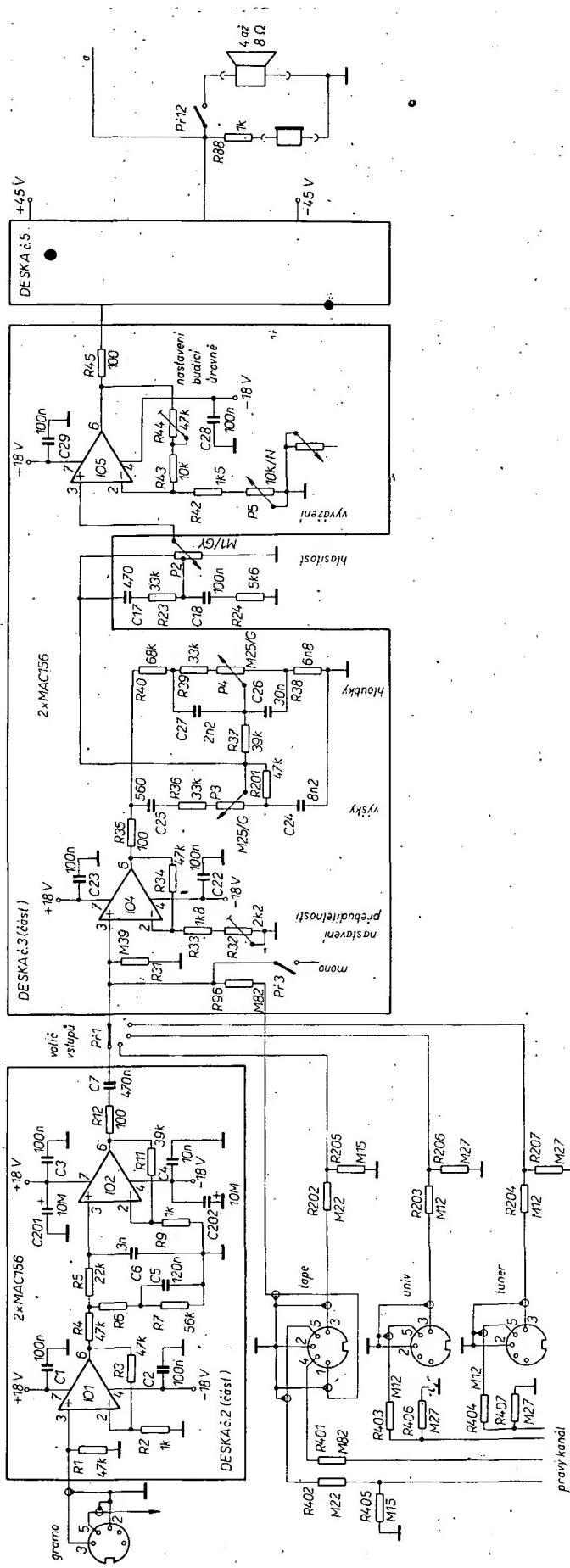
Obr. 9. Zapojení zdroje



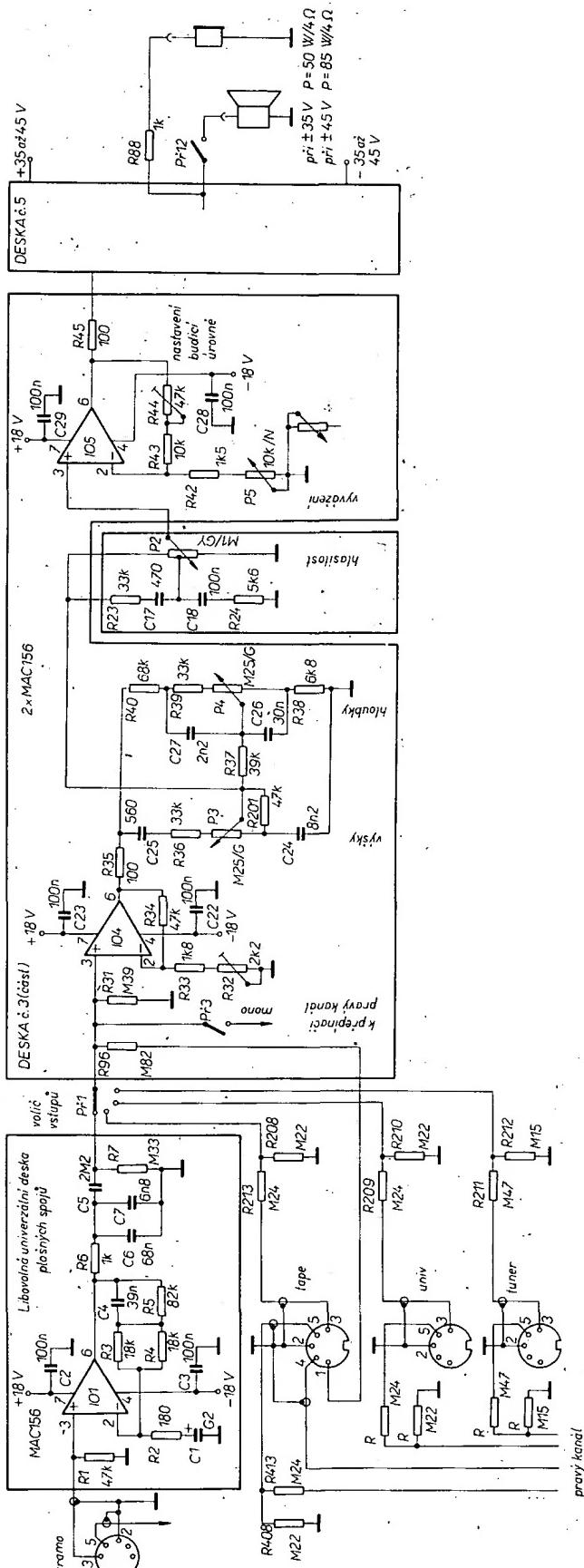
Obr. 10. Varianta B (předzesilovač pro gramofon, vstupní obvody)



Obr. 11. Varianta B (korekční zesilovač, úrovňový zesilovač, indikátorový zesilovač, výkonový zesilovač, časový spínač)



Obr. 12. Variantă C



Obr. 13. Variantă D

► Konstrukce i zapojení jsou tak jednoduché, že není třeba blíže se tímto obvodem zabývat.

### Napájecí zdroj

Základem napájecího zdroje z hlediska jeho tvrdosti je použitý siťový transformátor. Sám jsem použil transformátor pro výkon 500 W s jádrem EI 32 o průměru středního sloupku 32 × 70 mm. Podle obr. 9 jsem transformátor navinul takto:  
 L1 450 z. Ø 0,6 mm CuS,  
 L2 14 z. Ø 0,4 mm CuS,  
 L3 36 z. Ø 0,4 mm CuS,  
 L4 36 z. Ø 0,4 mm CuS,  
 L5 2 × 72 z. Ø 1,18 CuS.

Nejprve jsem vinul cívku L5, pak postupně ostatní sekundární vinutí a zcela nakonec vinutí primární L1. Abych zajistil co nejlepší odstup celého zařízení od stěny jsem cívku transformátoru měděnou fólií a nakonec jsem již sestavený transformátor obtočil čtyřmi závity transformátorového plechu. Tímto opatřením jsem dosáhl zlepšení celkového odstupu zesilovače téměř o 10 dB.

### Uvedení zesilovače do chodu

Začneme napájecím zdrojem. Připomínám, že blokující kondenzátory 47 nF pájíme na desku S107 ze zadu a že spoj zemnicí bod je na desce S109 (blok kondenzátorů 5000 µF). Všechny stabilizační IO opatříme potřebnými chladiči

a můžeme zdroj přezkoušet. Doporučuji uvádět do chodu jednotlivé díly zesilovače ještě před jejich definitivním upevněním do skříně zesilovače, protože si tak zajistíme lepší přístup ke všem součástkám.

Zesilovač jsem vestavěl do kovové skříně rozměrů 43 × 30 × 9 cm. Základ tvoří dvě plechové bočnice připevněné vzadu k chladiči a uprostřed překlenuté přepážkou. Uspořádání jednotlivých dílů je nejlépe patrné z fotografii. Všechny konektory zásuvky jsem umístil na zadní stěnu, pouze výstup pro sluchátka jsem, podle zvyklosti, ponechal na předním panelu.

Důležitou podmínkou pro zajištění co největšího odstupu je správné zemnění. Všechna napájecí napětí pro jednotlivé skupiny OZ jsou vedena z desky zdroje z jednoho bodu. Totéž platí i o rozvodu zemního vedení; hlavní zemnický bod je na bloku filtračních kondenzátorů. Zemní rozvody jsem realizoval lankem o Ø 1 mm.

Uvedení do chodu jednotlivých dílů jsme si již popsali. Sestavený zesilovač znovu kontrolujeme a postupujeme při tom tak, že začnáme „odzadu“ tj. od výkonových zesilovačů a postupujeme až ke vstupním obvodům. V poslední fázi kontroly nastavíme P1 a P2 na maximum, P5 do střední polohy, vypneme korekce a pomocí trimrů R44 a R144 nastavíme zesílení v obou kanálech tak, aby oba zesilovače dávaly při vstupním signálu napětí 200 mV plný výkon.

### Další varianty

Na obr. 10 a 11 je schéma zapojení varianty B, na obr. 12 schéma varianty C a na obr. 13 schéma varianty D. Připomínám, že pro tyto varianty nejsou speciální desky s plošnými spoji a že je nutno použít desky varianty A a podle příslušných schémat zapojení je upravit. Varianty C a D lze v případě potřeby zapojit i na libovolné univerzální desce s plošnými spoji.

Na obr. 14 až 22 jsou nakresleny jednotlivé desky s plošnými spoji.

### Seznam součástek

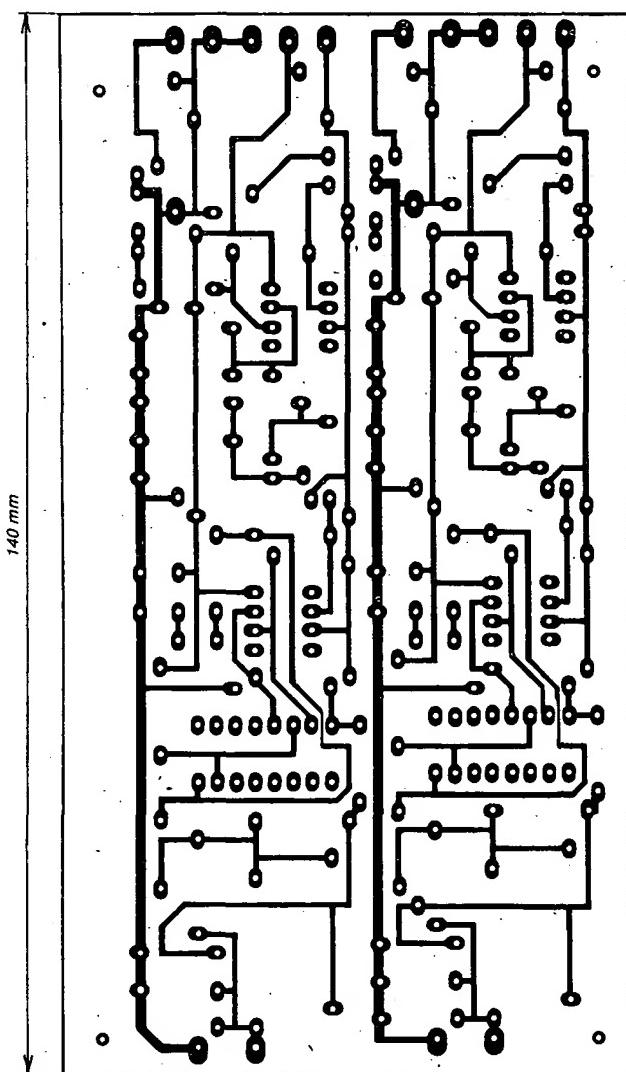
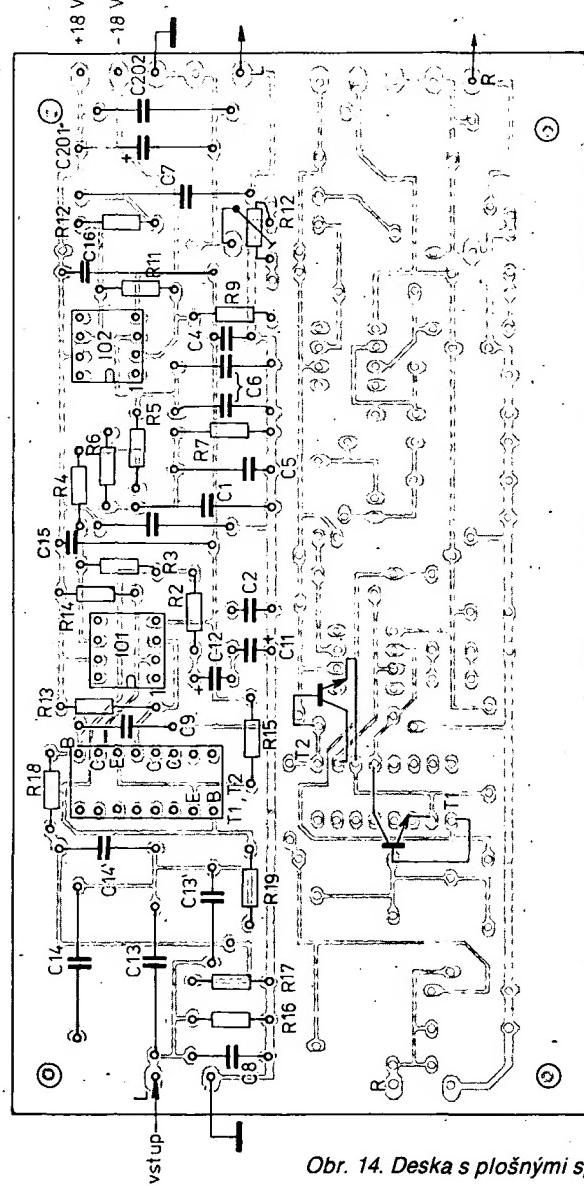
#### Předzesilovač pro gramofon

##### Rezistory (TR 191)

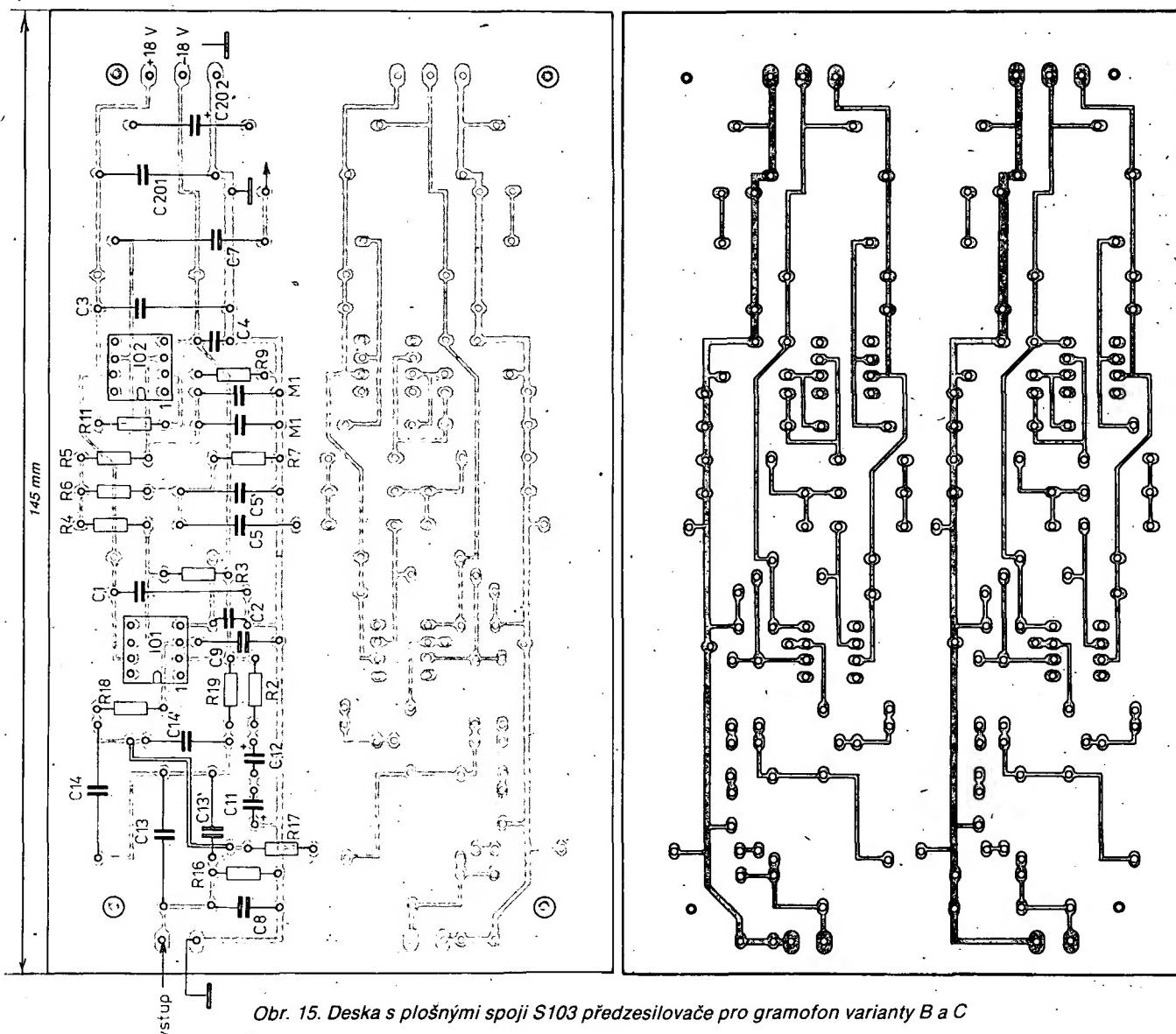
R1, R101	47 kΩ (var. B, C)	R11, R111	39 kΩ
R2, R102	1 kΩ	R12, R112	100 Ω
R3, R103	47 kΩ	R13, R113	33 kΩ
R4, R104	47 kΩ, 1 %	R14, R114	33 kΩ
R5, R105	22 kΩ, 1 %	R15, R115	33 kΩ
R6, R106	2,7 kΩ, 1 %	R16, R116	100 kΩ
R7, R107	56 kΩ, 1 %	R17, R117	100 kΩ
R8, R108	neosazen	R18, R118	1 kΩ
R9, R109	1 kΩ	R19, R119	220 kΩ
R10, R110	2,2 kΩ, TP 095		

##### Kondenzátory

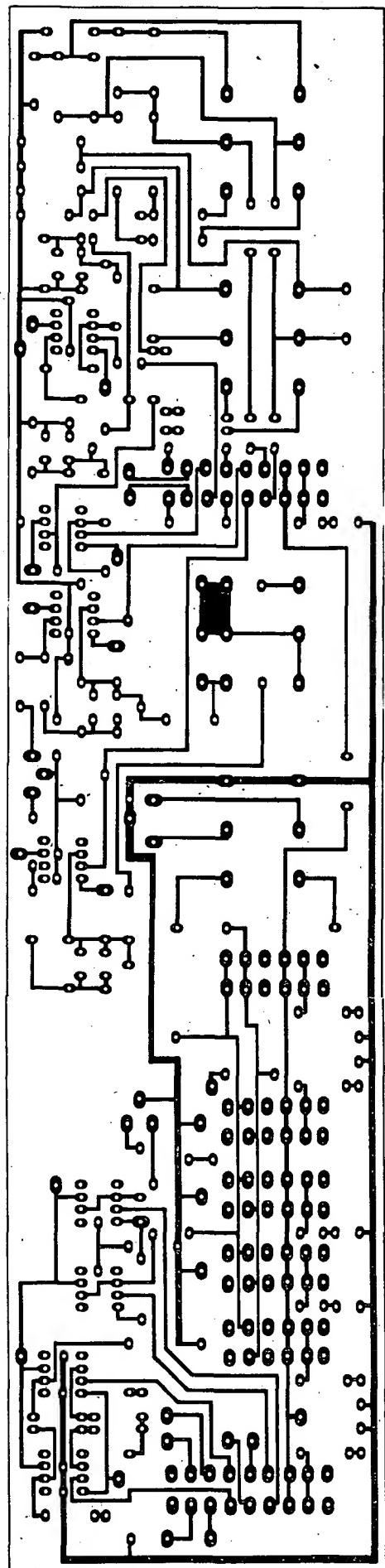
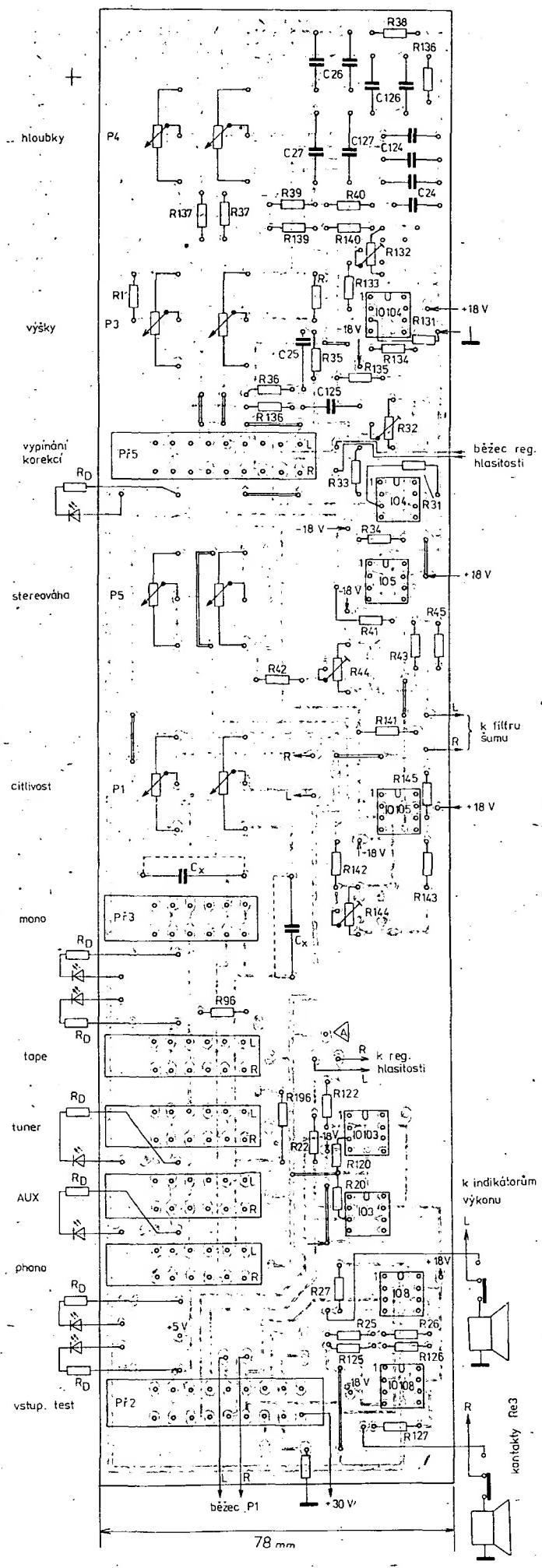
C1, C101	100 nF, TC 215
C2, C102	100 nF, TK 783
C3, C103	100 nF, TC 215
C4, C104	100 nF, TK 783
C5, C105	100 + 15 nF, TC 215
C6, C106	1,5 + 1,5 nF, styroflex



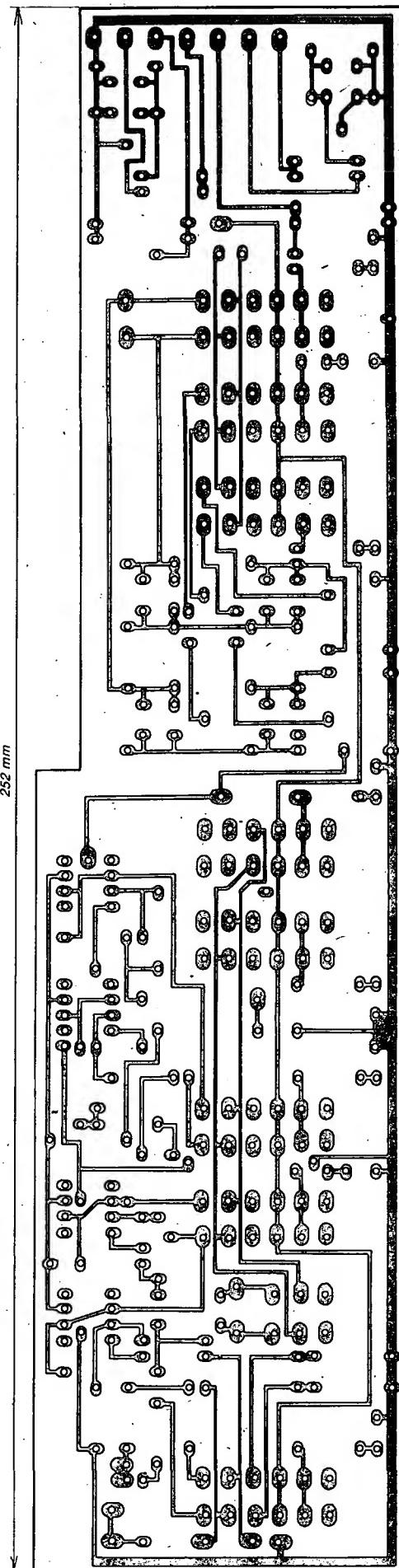
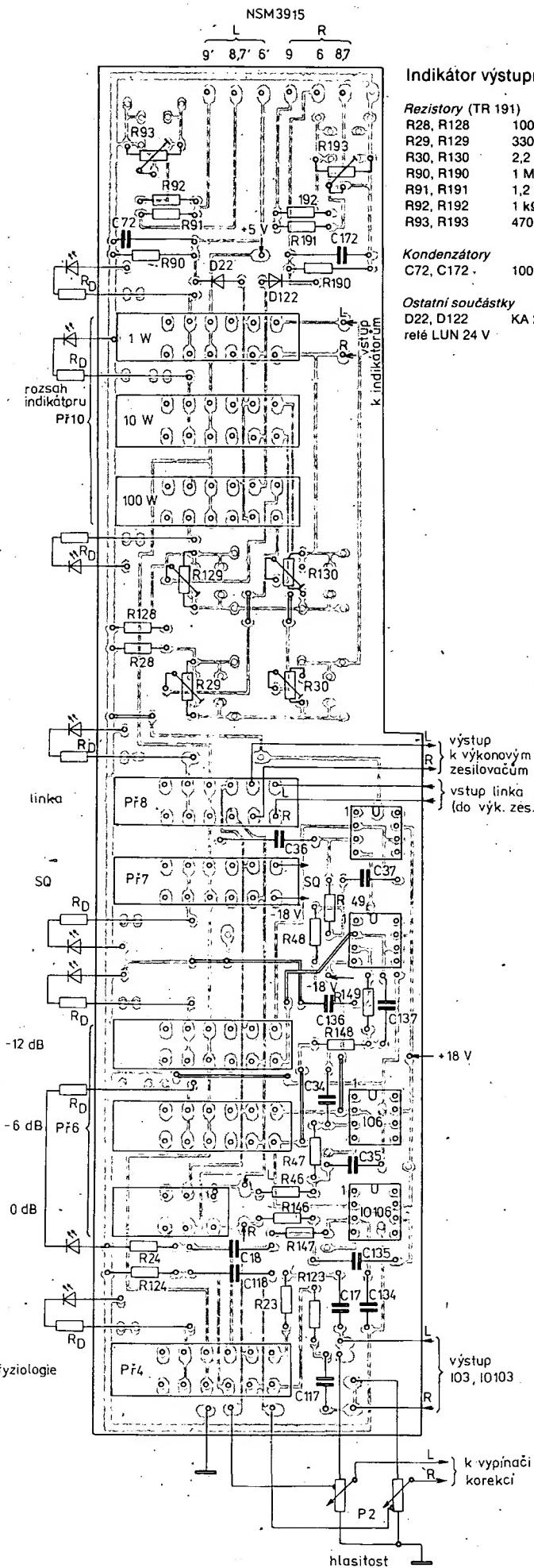
Obr. 14. Deska s plošnými spoji předzesilovače pro gramofon S102



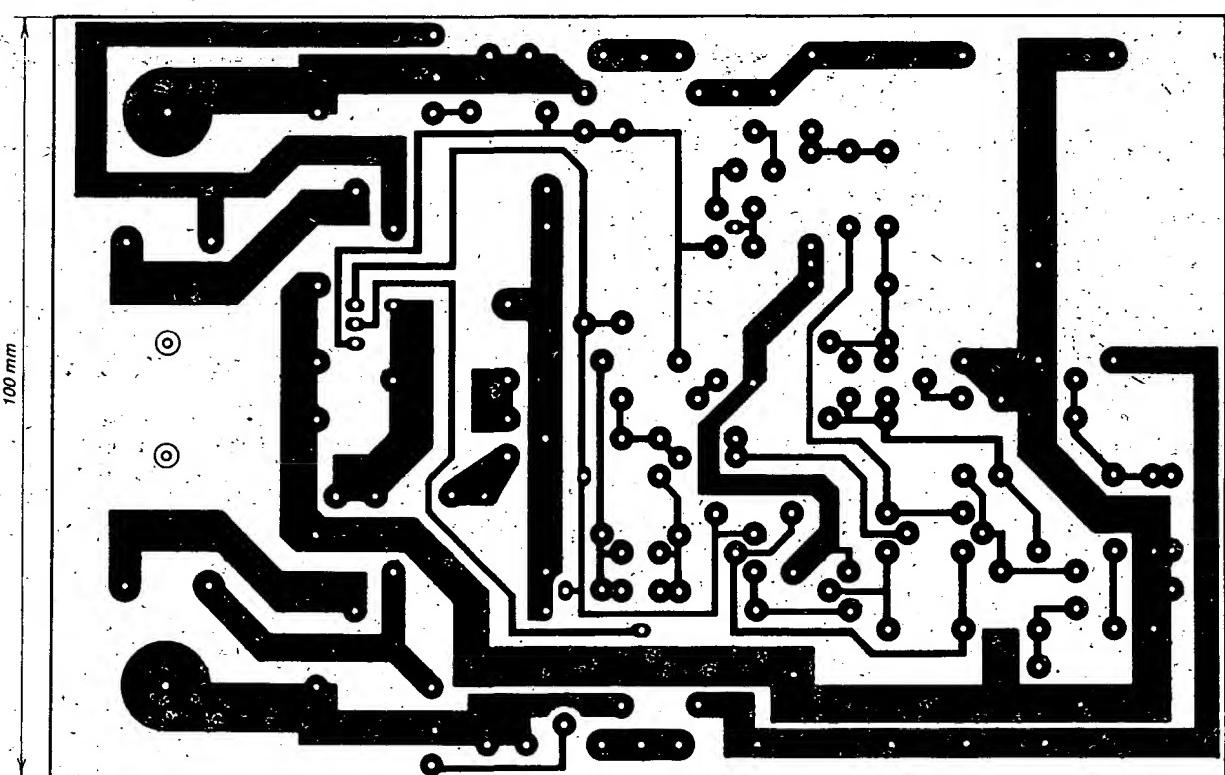
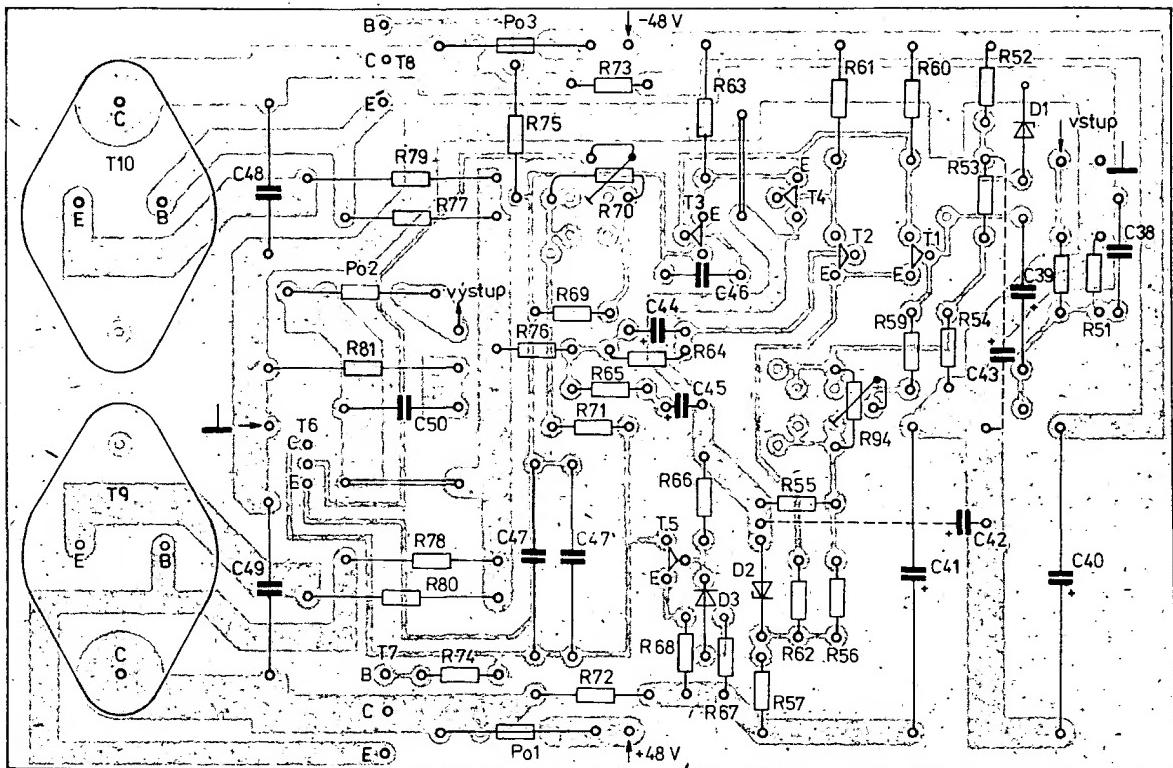
Obr. 15. Deska s plošnými spoji S103 předzesilovače pro gramofon varianty B a C



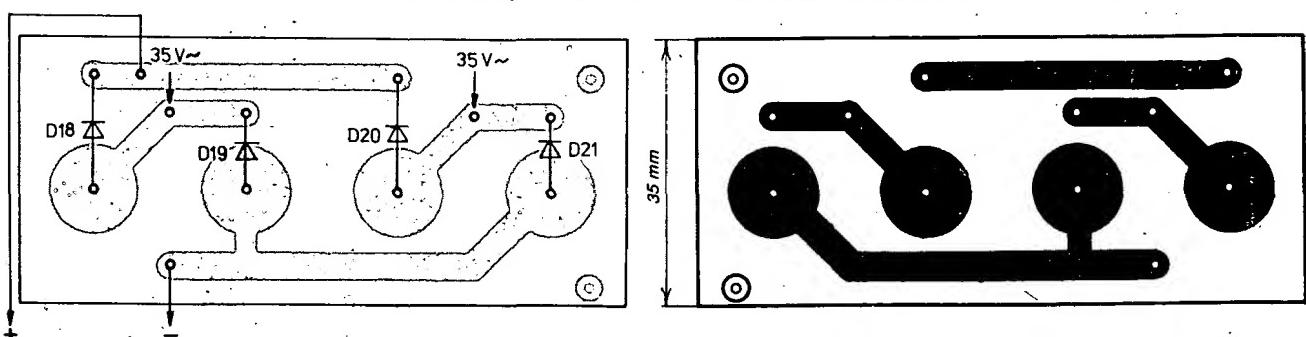
Obr. 16. Deska s plošnými spoji S104 korekčního zesilovače (blokovací kondenzátory pájeny zespodu přímo na vývody OZ)



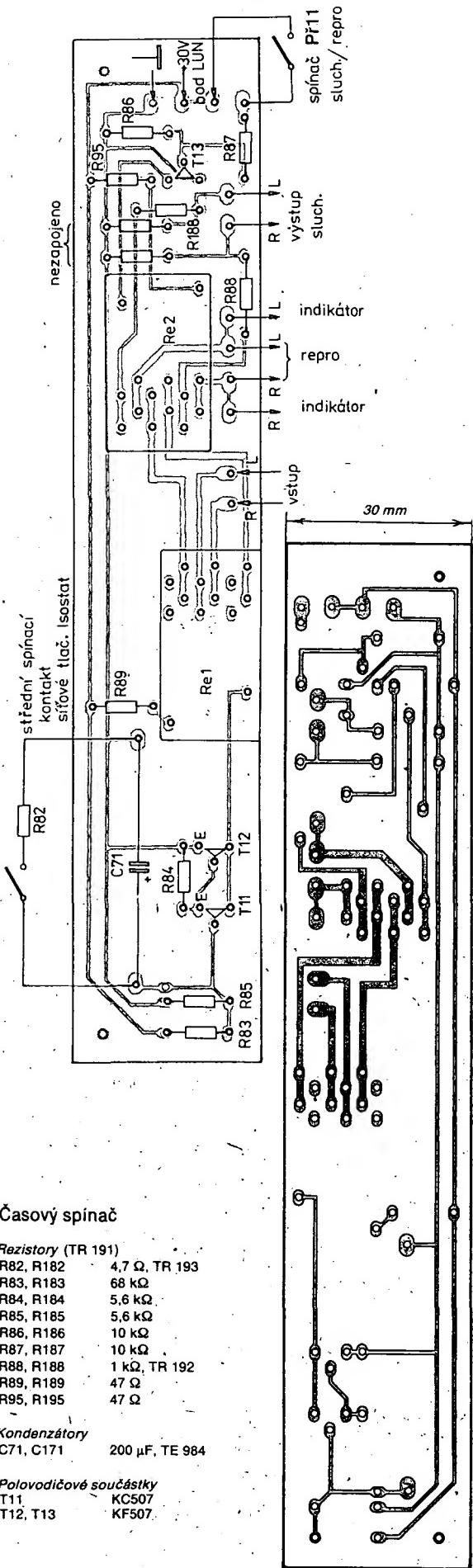
Obr. 17. Deska s plošnými spoji S105 indikátorového zesilovače (blokovací kondenzátory pájeny zespodu přímo na vývody OZ)



Obr. 18. Deska s plošnými spoji S106 výkonového zesilovače



Obr. 19. Deska s plošnými spoji S107 diodového můstku

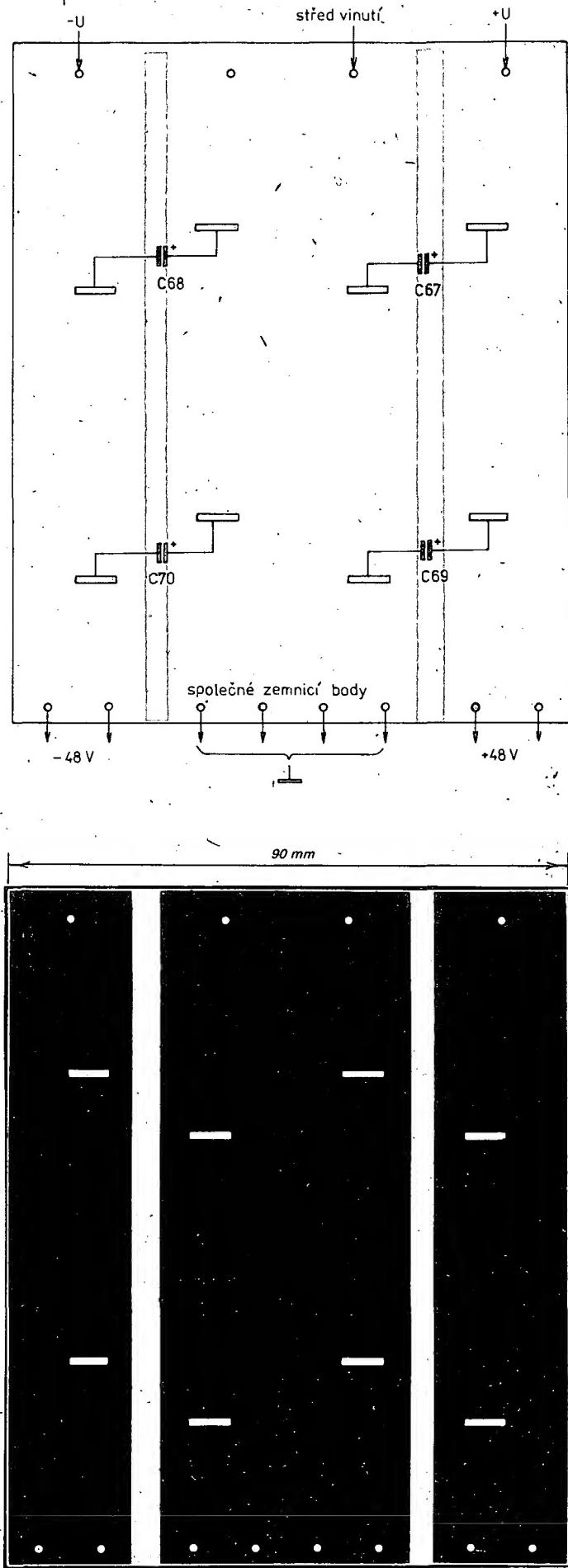


#### Časový spínač

*Rezistory (TR 191)*  
 R82, R182 4,7 Ω, TR 193  
 R83, R183 68 kΩ  
 R84, R184 5,6 kΩ  
 R85, R185 5,6 kΩ  
 R86, R186 10 kΩ  
 R87, R187 10 kΩ  
 R88, R188 1 kΩ, TR 192  
 R89, R189 47 Ω  
 R95, R195 47 Ω

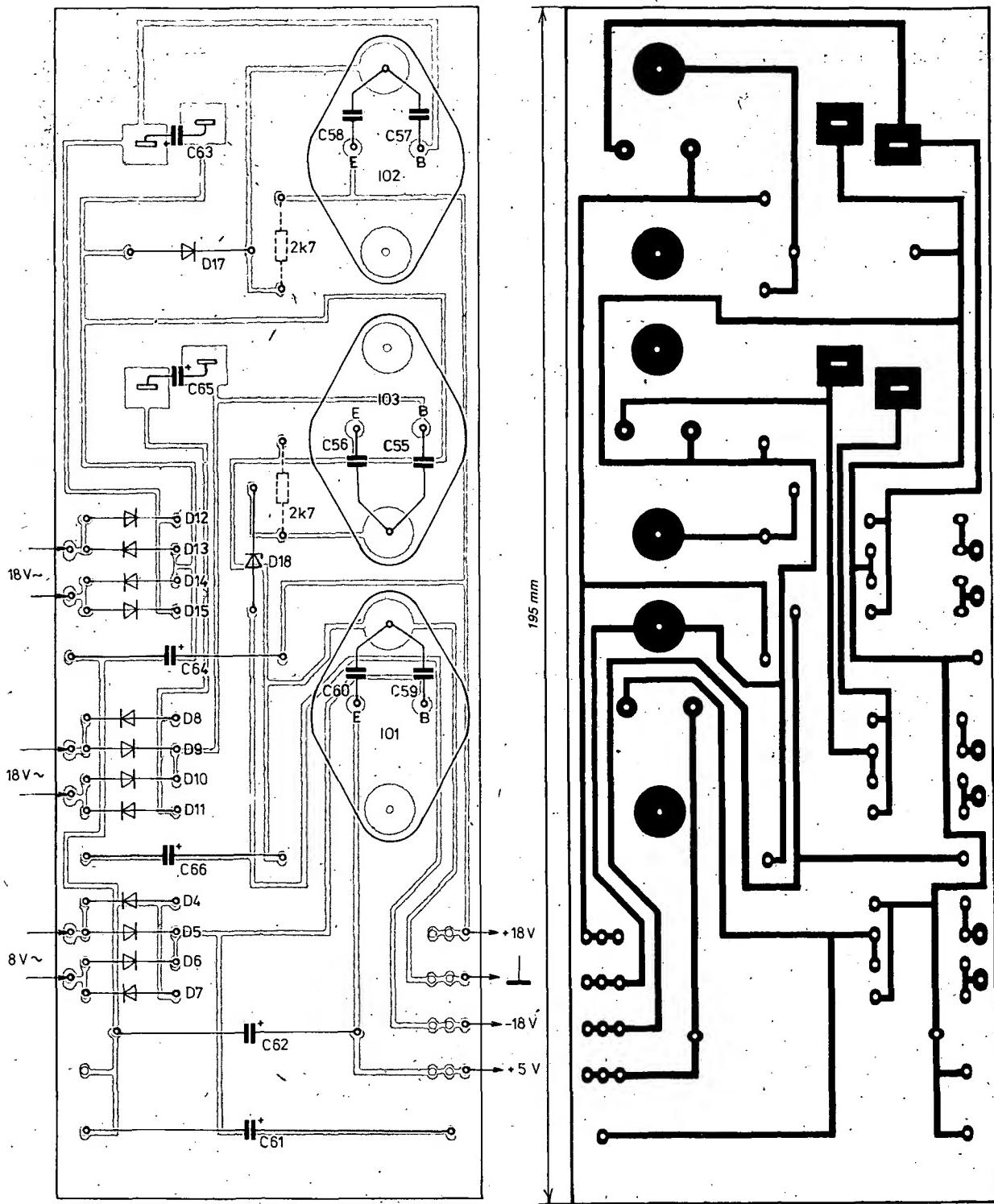
*Kondenzátory*  
 C71, C171 200 μF, TE 984

*Polovodičové součástky*  
 T11 KC507  
 T12, T13 KF507



Obr. 20. Deska s plošnými spoji S108 časového spínače

Obr. 21. Deska s plošnými spoji S109 bloku kondenzátorů



Obr. 22. Deska s plošnými spoji S110 zdroje

#### Napájecí zdroj

##### Kondenzátory

C51 až C54	47 nF, styroflex
C55 až C60	100 nF, TC 215
C61	100 µF, TE 984
C62	100 µF, TE 981
C63, C65	1000 µF, TE 676
C64, C66	100 µF, TE 986
C67 až C70	5000 µF, TC 937a

##### Polovodičové součástky

IO1	MA7805
IO2, IO3	MA7815
D4 až D15	KY130/150
D16, D17	KZ140
D18 až D21	KY710

#### Předzesilovač pro gramofon (var. D)

Rezistory (TR 191)	
R1, R101	47 kΩ
R2, R102	180 Ω

R3, R103	18 kΩ, 1 %
R4, R104	18 kΩ, 1 %
R5, R105	82 kΩ, 1 %
R6, R106	1 kΩ, 1 %
R7, R107	330 kΩ, 1 %

##### Kondenzátory

C1, C101	200 µF, TE 984
C2, C102	100 nF, TK 783
C3, C103	100 nF, TK 783
C4, C104	39 nF, 1 %, styr.
C5, C105	1 + 1 + 0,2 µF, 5 %
C6, C106	68 nF, 1 %, styr.
C7, C107	6,8 nF, 1 %, styr.

Polovodičové součástky	
IO1, IO101	MAC 156 (MAC157)

#### Kalibrační zesilovač

Rezistory (TR 191)	
R25, R125	3 kΩ, TR 151
R26, R126	27 kΩ
R27, R127	100 Ω

##### Kondenzátory

C19, C119	100 nF, TK 783
C20, C120	100 nF, TK 783

##### Polovodičové součástky

IO8, IO108	MAA741
------------	--------

##### Ostatní součástky

relé LUN	24 V
----------	------

#### Impedanční převodník

##### Rezistory (TR 191)

R20, R120	1 MΩ (var. A)
	390 kΩ (var. B)
R22, R122	100 Ω
R96, R196	820 kΩ
P1	500 kΩ/G, TP 289d

##### Kondenzátory

C15, C115	100 nF, TK 783
C16, C116	100 nF, TK 783

##### Polovodičové součástky

IO3, IO103	MAC156
------------	--------

#### Použité přepínače ISOSTAT

- Př1 dvě sekce za sebou, čtyřnásobný, závislá aretace,
- Př2 tři sekce za sebou, jednoduchý, nezávislá aretace,
- Př3 dvě sekce za sebou, nezávislá aretace,
- Př4 dvě sekce za sebou, nezávislá aretace,
- Př5 tři sekce za sebou, nezávislá aretace,
- Př6 jedna sekce za sebou; závislá aretace, dvakrát dvě sekce za sebou; závislá aretace,
- Př7 dvě sekce za sebou, nezávislá aretace,
- Př8 dvě sekce za sebou, nezávislá aretace,
- Př9 silový spínač
- Př10 tříkrát dvě sekce za sebou, závislá aretace
- Př11 jedna sekce, nezávislá aretace
- Př12 dvojitý páčkový přepínač

# Absorpční vlnoměr 200 MHz až 900 MHz s velkou citlivostí

Zdeněk Šoupal

Klasický absorpční vlnoměr má i v období velmi přesných digitálních měřičů kmitočtu nezastupitelné místo v laboratoři jak profesionála, tak amatéra; zejména pro práci na VHF a UHF to platí dvojnásob. Vývoj a stavba zařízení pro pásmo 435 MHz, práce na televizních zařízeních 2. TV programu apod. se bez vhodného absorpčního vlnoměru neobejdou.

Velmi vysoké kmitočty však mají určité zvláštnosti a proto nebude na škodu, zopakujeme-li si vlastnosti obvodů, použitelných pro nás účel:

## 1. Klasický obvod LC:

- Běžný tvar cívky L (válcová), běžný ladící kondenzátor C, Q na 300 MHz v nejlepším případě 100; kmitočtově vyhovující asi do 150 až 300 MHz.
- Speciální smyčka („srđcovka“) laděná; kondenzátor C s neproměnnou kapacitou Q (na 300 MHz) v nejlepším případě 150; kmitočtově vyhovující s přepínáním C do 700 MHz, např. R + S [2].
- Speciální smyčka L („srđcovka“) laděná, kondenzátor C laděný současně, pokryje poměrně široké pásmo 50 až 500 MHz bez přepínání [5].

## 2. Speciální obvod LC – „motýlový“ [3] [4] [6] [7], Q na 300 MHz min. 700 a větší; kmitočtově vyhovující od 150 MHz až do 1500 MHz v jednom rozsahu (dáno konstrukcí obvodu).

- Motýlový obvod dělený, rotor 180° (vhodný pro generátory).
- Motýlový obvod se statorem  $2 \times 90^\circ$ , rotorem  $2 \times 90^\circ$ . Motýlový obvod (Schmetterlingskreis, Butterfly circuits) podle b. je pro nás účel nejvhodnější, má dobré Q, „ostře“ ladění i dostatečnou citlivost; amatérsky lze s úspěchem realizovat.

## 3. Lecherovo vedení – paralelní dvoudrátový rezonanční obvod. Vhodné do kmitočtu 300 MHz, nad 500 MHz chybějí měření. Q na 300 MHz je asi 300 i více. Čím nižší kmitočet, tím je vedení rozumnější. Pro praktické použití v širokém kmitočtovém pásmu nevhodné.

## 4. Souosé vedení [1]:

Q na 1000 MHz asi 4000 a větší. Maxima a minima při měření jsou velmi ostrá, nepatrné se zatěžuje měřený objekt. Souosé vedení nepokryje velké pásmo kmitočtů, je náročné co do mechanické konstrukce a amatérsky stěží dobře realizovatelné.

## 5. Dlouhovlnné rezonátory [1]:

Q na 1000 MHz je větší než 8000; rezonátor nedovoluje velký kmitočtový rozsah, konstrukce, popř. realizace je velmi náročná, pracná. Pro amatéra je těžko realizovatelný.

Z uvedených vlastností obvodů a možnosti realizace vyplývá, že pro nás

účel bude vhodný motýlový obvod s dvojitým statorem a rotem 90°, zejména pro svoji velkou přeladitelnost bez přepínání.

Vlnoměr s motýlovým obvodem je na snímcích: obr. 1 – pohled zepředu, obr. 2 – pohled zezadu (obr. 2 až 7 jsou na 3. straně obálky); je dobré vidět motýlový obvod s vazební smyčkou a zásuvkou pro přívod napájecího napětí 4,5 V pro tranzistorový zesilovač. Na dalších snímcích vidíme sestavené sasi: obr. 3 – zepředu (pohled na stupnice, ukazovatel, rámeček stupnice), obr. 4 – zezadu (motýlový obvod s vazební smyčkou, přepínač Př1 a deska s plošnými spoji tranzistorového zesilovače), obr. 5 – zdola (detail převodů, vazební smyčky, přepínače Př1); dále na obr. 6 je sestava statoru s držákem diody D1 a rotor (pro názornost také čtyři plechy statoru a jeden plech rotoru zvášť). Na obr. 7 je pak snímek absorpční smyčky vlnoměru se souosým kabelem.

## Technické údaje

### 1. Rozsah kmitočtu:

200 MHz až 900 MHz v jednom rozsahu (vhodná délka 150 cm až 33,3 cm). Velký rozsah ladění umožňuje tzv. „motýlový“ obvod, sdružující laděnou kapacitu i současně laděnou indukčnost. Uhlová výchylka motýlového obvodu je 90°; pro stupnice je použit převod, takže uhlový rozsah stupnice je 330°.

### 2. Přesnost cejchování kmitočtu:

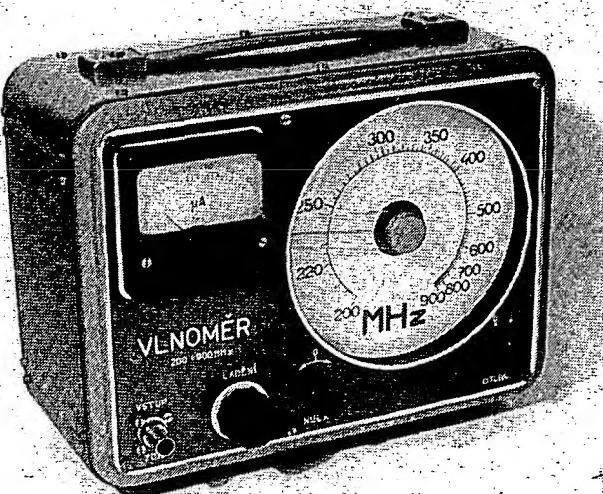
lepší než 0,5 %; závisí na délce stupnice a kmitočtovém dělení. Od 200 MHz do 400 MHz je dělení po 5 MHz; od 200 MHz do 350 MHz lze s využitím interpolace rozlišit 1 MHz; od 350 MHz do 400 MHz 2,5 MHz. Od 400 MHz do 800 MHz je dělení po 10 MHz; od 400 MHz lze rozlišit 5 MHz, od 700 MHz do 800 MHz 10 MHz. Od 800 MHz do 900 MHz je dělení po 25 MHz, rozlišení 12,5 MHz.

### Stabilita kmitočtu:

krátkodobá i dlouhodobá lepší než 0,05 %.

### 3. Vstup:

- Panelový konektor BNC-75 – pro slabé signály; lze použít i měřicí smyčku do nepřístupných míst.
- Zadním okénkem lze v silném poli odsávat vý energii přímo, pouhým přiblížením ke zdroji.



Obr. 1. Pohled na vlnoměr zepředu

### 4. Citlivost:

- základní – bez zesilovače: min. 300 mV.
- s tranzistorovým zesilovačem: min. 3 mV.

### 5. Napájení:

pouze vnější – plochou baterií 4,5 V typ 314 (jen pro tranzistorový zesilovač) přes konektor K1. Odebíraný proud max. 1 mA.

### 6. Měřidlo:

mikroampérmetr 100 μA, DHR5 (MP80).

### 7. Osazení polovodičovými součástkami:

1x křemíková detekční dioda 34NQ50 (34NQ52),  
2x křemíkový tranzistor KC508 (KC509, KC148, KC149).

### 8. Rozměry:

šířka 260 mm, výška 215 mm, hloubka 150 mm.

### 9. Hmotnost:

3,75 kg.

### 10. Příslušenství:

měřicí smyčka se zásuvkou BNC, souosý kabel VFKV 630 75 Ω délky 100 cm, zakončený z obou stran kabelovým konektorem BNC.

## Popis činnosti a zapojení

Je-li paralelní rezonanční obvod, složený z cívky a kondenzátoru, volně „vázán“ s měřeným laděným obvodem kmitajícího oscilátoru, odsaje (absorbuje) část energie z oscilátoru a sám se rozkmitá na měřeném kmitočtu, bude-li na něj naložen (amplituda kmitů na absorpčním obvodu bude maximální, bude-li jeho rezonanční kmitočet přesně souhlasit s kmitočtem měřeného oscilátoru). Přesnost a citlivost absorpčního vlnoměru jsou určeny především jakostí Q jeho rezonančního obvodu, protože na ní závisí napětí, nakmitané na rezonančním obvodu i tvar rezonanční křivky obvodu; dále záleží na provedení ladícího obvodu (přesnost ladění, stálost) a na způsobu snímání napětí na něm.

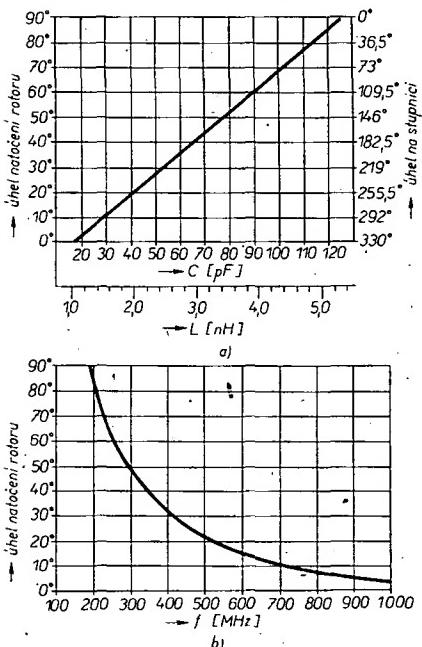
Pro výhodné vlastnosti byl vybrán při realizaci motýlový obvod.

## Motýlový obvod

Motýlový obvod (obr. 4, 6) se statorem  $2 \times 90^\circ$  a rotorem  $2 \times 90^\circ$  je rezonanční obvod  $LC$ , v kterém je kapacita s indukčností „integrována“, a který je vhodný k použití pro pásmo decimetrových vln.

Obvod má několik výhodných vlastností:

- Celek jako ladící prvek – nemá žádné třetí kontakty. Rotor je izolován a tvorí dvě „křídla“ – kruhové výseče po  $90^\circ$ , které se zasouvají mezi dvě statorové výseče kondenzátorů po  $90^\circ$  („splitstator“). Výsledná laděná kapacita  $C$  obvodu je poloviční oproti kapacitě jedné výseče v zasunutém stavu. Průběh kapacity s úhlem natočení rotoru je na obr. 8a. Dva protilehlé oblouky mezi dvěma statory tvoří indukčnost  $L$ . Výsledná indukčnost obvodu je rovněž poloviční v porovnání s indukčností jednoho oblouku.
- Indukčnost  $L$  obvodu je maximální, když jsou rotorové výseče zcela zasunuté do statorových (maximální kapacita  $C$ ) a kmitočet je nejnižší. Průběh indukčnosti při otáčení rotorem je shodný s průběhem kapacity – viz obr. 8a. Při otáčení rotoru z polohy s maximální indukčností a kapacitou se indukčnost zmenšuje, tak jak se postupně vyplňuje prostor, „uzavírány“ prvkem indukčnosti obvodu (délka lze přirovat k zasouvání elektricky vodičového nemagnetického jádra do válcové cívky).
- Indukčnost  $L$  obvodu je nejmenší, když je i kapacita  $C$  obvodu nejmenší a rezonanční kmitočet je tedy nejvyšší. Průběh kmitočtu v závislosti na úhlu natočení rotoru je na obr. 8b.
- Poměr  $C/L$  v průběhu ladění je stálý, a tím je zajištěna konstantní amplituda vln napětí v širokém rozsahu ladění.
- Motýlový obvod lze přelaďovat v mezech 5:1 tj. 200 MHz až 1000 MHz, (vlnová délka  $\lambda = 150$  cm až 30 cm), případ-



Obr. 8. Průběh kapacity a indukčnosti motýlového obvodu v závislosti na úhlu natočení rotoru (a) a vzájemný vztah rezonančního kmitočtu a úhlu natočení rotoru u motýlového obvodu (b).

ně až 10:1 (např. 150 MHz až 1500 MHz, tj.  $\lambda = 200$  cm až 20 cm). Rozsah je určen konstrukčním uspořádáním a rozměry [4].

- Motýlový obvod má v celém rozsahu kmitočtů poměrně velkou jakost  $Q$ , běžně 700, a lze ji zlepšit vhodnou povrchovou úpravou (stříbřením 10  $\mu$  a zlacením 1 až 2  $\mu$ ) na dvojnásobek.
- Rezonanční odpor obvodu při ladění je prakticky konstantní a poměrně velký – asi 10 k $\Omega$  (porovnejme s [10]!). Velikost  $Q$  obvodu v celém rozsahu kmitočtů a stálý rezonanční odpor zaručují optimální průběh rezonanční křivky obvodu a tím i potřebnou ostrost ladění. Detektční a indikační obvody musí být navrženy tak, aby nezatímlovaly obvod v nezádoucí míře (viz [10]). Podobně je nutno omezit i tlumiči vliv měřeného objektu na minimum.
- Z požadavků na omezení tlumicích vlivů vyplývá volba vln induktivní vazby:
  - Smyčkou L1 přes konektor BNC s vnějším měřením zdrojem vln signálu (poloha smyčky je určena laboratorním měřením).
  - Držák křemíkové diody je dobré přizpůsoben jak diodě, tak obvodu (poloha je určena rovněž měřením).

Dobré přizpůsobení v obou případech je důležité (přenos vln energie bez ztrát).

Motýlový obvod má také některé nevýhody:

- Malý úhel ladění:
  - konstrukční pouhých  $90^\circ$ ,
  - prakticky využitelný  $5^\circ$  až  $85^\circ$ .
- Z důvodu malého úhlu ladění je nutno použít vhodné převody:
  - alespoň 3:1 pro stupnice – lepší čtení kmitočtu,
  - alespoň 5:1 pro ladění – citlivost při ladění „vrcholu“.
- Větší konstrukční náročnost a obtížnost, především u držáku diody. Výpočet rozměrů motýlového obvodu pro zadaný rozsah kmitočtů, popř.  $L$  a  $C$  je velmi náročný, proto jej vzhledem k rozsahu článku neuvedím.

## Zapojení

Celkové schéma zapojení absorpčního vlnoměru 200 MHz až 900 MHz je na obr. 9.

Měřený vln signál můžeme přivést na

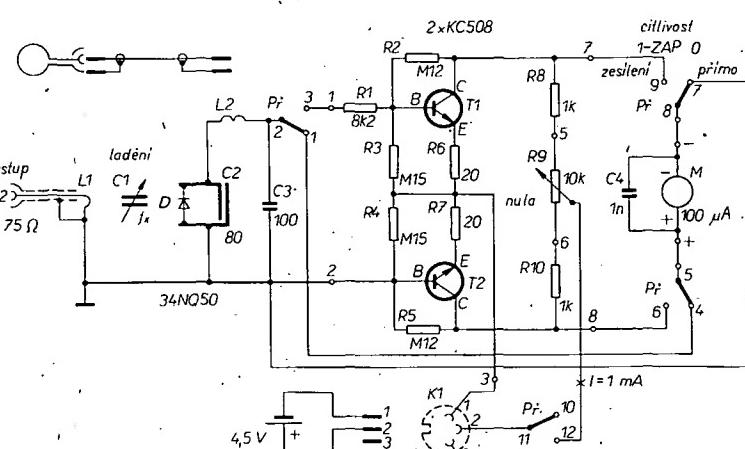
motýlový rezonanční obvod dvěma způsoby:

- v blízkosti silného zdroje vln signálu priblížíme vlnoměr okénkem na zadní stěně ke zdroji až do vzdálenosti, při níž již můžeme motýlový obvod vyladit do rezonance.
- Na vstupní panelový konektor BNC 75  $\Omega$ , „VSTUP“ přivedeme měřený vln signál a to buď jednoduchým vodičem, který vytvoří „anténu“, nebo souosým kabelem 75  $\Omega$  s konektory BNC, zakončeným měřicí sací smyčkou, nebo souosým kabelem, na jehož konci bez konektoru je oddělovací kondenzátor asi 1 nF, který připojíme přímo na zdroj vln kmitočtu.

Tento vln signál je přiveden na vazební smyčku L1, vhodně umístěnou u motýlového rezonančního obvodu „C1“. Nakmitané vln napětí je usměrněno křemíkovou hrotovou diodou, uloženou v držáku, který je rovněž induktivně vázán s motýlovým rezonančním obvodem. Jedná se o sériový detektor, jehož  $R$  je asi 300  $\Omega$ . Při této příležitosti je třeba si uvědomit, že pro malé proudy – řadu desítek  $\mu$ A – je usměrněný proud téměř přesně úměrný čtvrti napětí. Nedoporučujeme diodu namáhat větším proudem než 100  $\mu$ A; větší proud „opaluje“ okolí místa styku anoda-katoda a tím značně klesá citlivost detektoru.

Jednocestně usměrněný vln napětím je nabít kondenzátor C2, který je součástí držáku diody. Tímto kondenzátorem je poprvé oddělena vln složka signálu od stejnosměrné. Usměrněná a na C2 vyhlazená ss napětí je přes vln tlumivku L2, která spolu s kondenzátorem C3 oddělí zbytky vln signálu, převedeno přes přepínač Př „CITLIVOST“ v poloze „0“ (kontakty 2-1) přímo na měřidlo M (kontakty 4-5 a 7-8) bez zesilovače a v poloze „1“ (kontakty 2-3, 5-6, 8-9, 11-12) přes tranzistorový zesilovač, který nepatrny ss proudový signál asi dvěstěnásobně zesílí. Indikuje se stejným měřidlem M. Kondenzátor C4 se odvádějí případně poslední zbytky vln signálu.

Napájecí zdroj (plochou baterii 4,5 V) k vlnoměru připojujeme přes třípolový nízkonapěťový konektor (K1), potřebujeme-li měřit s větší citlivostí, tedy s využitím zesilovače. K vypínání a zapínání slouží kontakty 11, 12 přepínače Př. Před měřením musíme zkontrolovat, případně nastavit polohu ručky měřidla M na nulu potenciometrem R9, zapojeným spolu s rezistory R8 a R10 v obou větvích můstku.



Obr. 9. Schéma zapojení vlnoměru 200 až 900 MHz.

## Tranzistorový můstkový zesilovač

V symetrickém proudovém můstkovém zesilovači podle obr. 9 [8] tvoří dvě větve stejné tranzistorové obvody T1, T2 a dvě větve s rezistory R8 a R10. Potenciometrem R9 nastavujeme přesně střed úhlopříčky na pájení (baterie 4,5 V), v druhé úhlopříčce můstku je měřidlo M (100  $\mu$ A). Výhody použitého zapojení:

1. Zbytkový proud jednoho tranzistoru je kompenzován zbytkovým proudem druhého tranzistoru. Vybereme-li tranzistory jak s co největším zesilovacím činitelem  $h_{21E}$ , tak i co do závislosti zbytkových proudu, bude můstek prakticky stále v rovnováze a nebude nutno opravovat „nulu“.
2. Vhodně zapojený obvod tranzistorů T1, T2 má velkou vstupní impedanci.
3. Velkou vstupní impedanci dobře „transformuje“ na malou výstupní impedanci (vnitřní odpor měřidla).
4. Stačí mu zdroj malého napájecího napětí 4,5 V, z něhož odebírá maximální proud 1 mA.
5. Má velké proudové zesílení při optimální vstupní impedanci, která pro tento případ není tak důležitá.
6. Má výbornou linearitu – pro nás účel však není nutná.

Rezistor R1 na vstupu zesilovače slouží k oddělení zesilovače od detekčního obvodu a k měření proudového zesílení můstku. Pokud byly v zapojení podle obr. 9 použity germaniové tranzistory, byly potíže se stabilitou nastavené nuly. Křemíkové tranzistory, u kterých je velmi

malá teplotní závislost, u kterých jsou zbytkové proudy zanedbatelné, a které mají velký zesilovací činitel  $h_{21E}$ , pro daný účel velmi dobře vyhovují; nejlepší výsledky byly s tranzistory KC508. Při výběru nebyly potíže, snadno byly spárovány dva kusy s  $h_{21E} = 500$ , přičemž  $I_{CBO}$  i  $I_{CEO}$  byly neměřitelné. Pozoruhodná byla, i přes velké proudové zesílení (300), krátkodobá i dlouhodobá stabilita nuly. Obdobně byly i výsledky s tranzistory KC509.

Při poklesu napěti baterie na 3 V se nepatrně změní nula a citlivost se zmenší asi o 20 %. Součástky zesilovače jsou rozmištěny na desce s plošnými spoji S111 na obr. 10.

## Mechanická konstrukce – díly – součástky

Velikost skřínky byla zvolena s ohledem na požadavek velké stupnice – viz [10] – spolu s přehledným panelem, na kterém musí být místo pro ručkové měřidlo. Na konstrukci jsou použity tuzemské součástky, částečně i některé inkurantní díly, což platí o kuličkových ložiskách s držáky (z ladicích kondenzátorů) a o převodových kolech s modulem 0,5 (z různých vraků vysílačů a přijímačů).

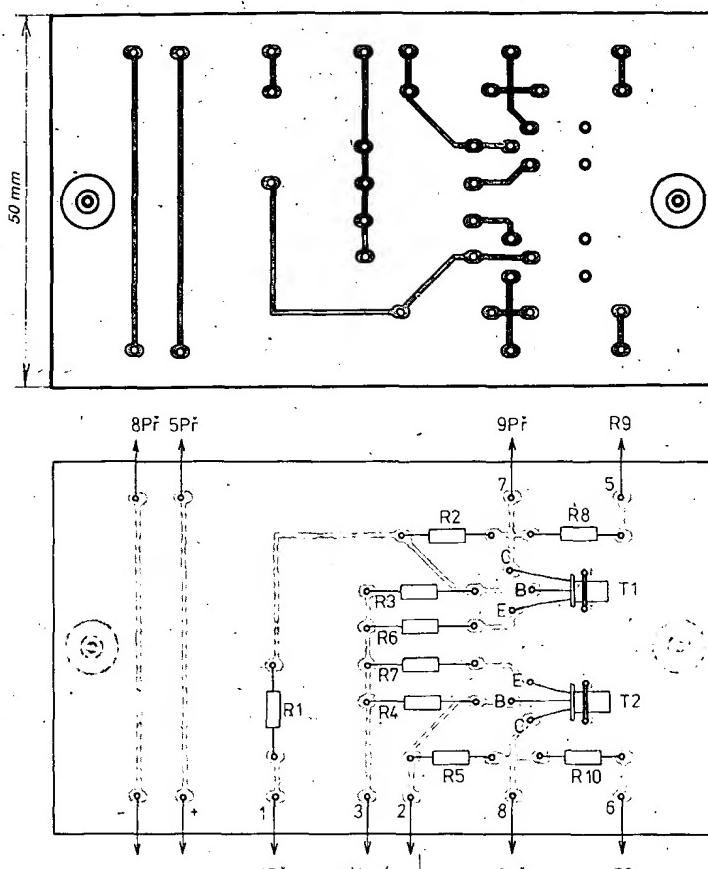
Řešení převodů s ozubenými koly se mnoha radioamatérů boji – neprávem. Naučme-li se převodů vhodně používat, nebude pro nás problém, umístit ovládací prvek na panel tam, kde je třeba, a tím získají naše přístroje lepší ovladatelnost i vzhled. Všimněte si, jak autor řešil převod úhlového natáčení 90° motýlového obvodu na stupnici s úhlem 330° (a doraz

90° rotoru) i převod od ovládacího prvku 1:3.

Je možné, že mnozí zájemci o stavbu přístroje se ženou stejná převodová kolečka (kterých bylo kdysi v prodeji velké množství) – pak výkresy poslouží přímo; jiní budou musit konstrukci přizpůsobit svým možnostem. I k tomu podává článek návod.

## Sestava skřínky

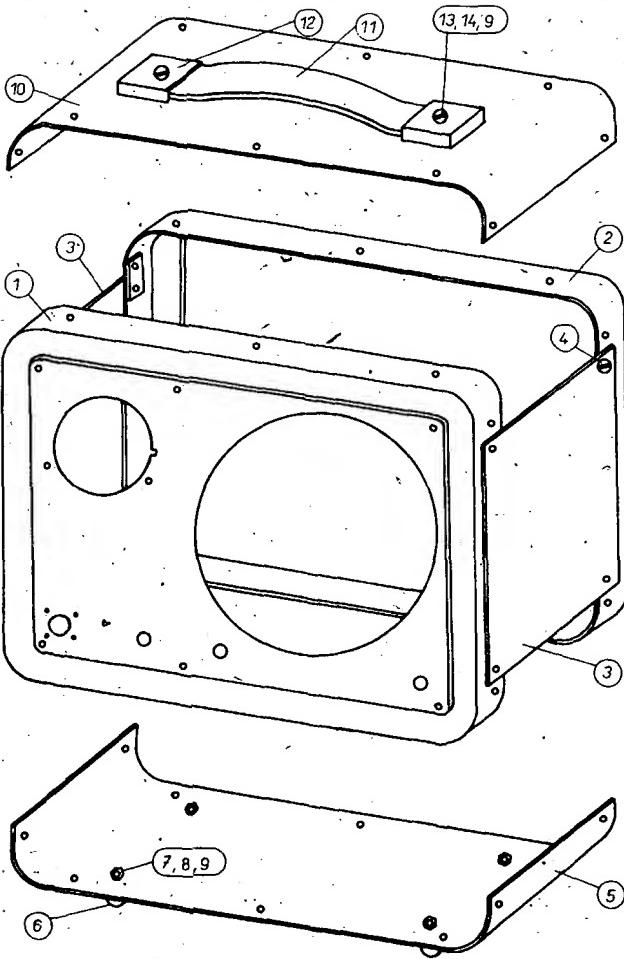
Na obr. 11 je rozkreslena sestava celé skřínky a v tab. 1 je rozpiska jednotlivých dílů. Konstrukce se skládá z předního čela – díl 1, zadního čela – díl 2, (obě čela jsou ze starších skřínek měřicích přístrojů TESLA), dvou bočnic – díl 3, spodního krytu – díl 5 s nožkami, vrchního krytu – díl 10 s rukojetí. Bočnice, spodní kryt a vrchní kryt jsou s předním čelem a zadním čelem svráceny a spojeny šrouby M3 × 4 (díl 4). Při svrtání začínáme postupně předvrácením otvoru o průměru 2 mm podle úhelníku a za pomoci ocelového měřítka, pak převrtáme na Ø 2,4 mm, poté výřízeme závit M3 a zvětšíme předvrácený otvor v bočnici či krytu na Ø 3,2 mm. Díl ve zvoleném místě přišroubujeme šroubem M3 a postupujeme v protější části stejně, za současné kontroly měřítkem a úhelníkem, až máme celou skřínnu sešroubovanou. Pak ji rozebereme, začistíme a všechny plechy povrchově upravíme. K celkové sestavě patří ještě montáž panelového štítku – díl 59 podle obr. 13 a spolu s krycím panelem z organického skla – (díl 60). Panelový štítek je na obr. 13, krycí panel na obr. 12. Umístění otvorů musí odpovídat umístění otvorů na obou nosných deskách šasi – viz obr. 11, obr. 16, obr. 18.



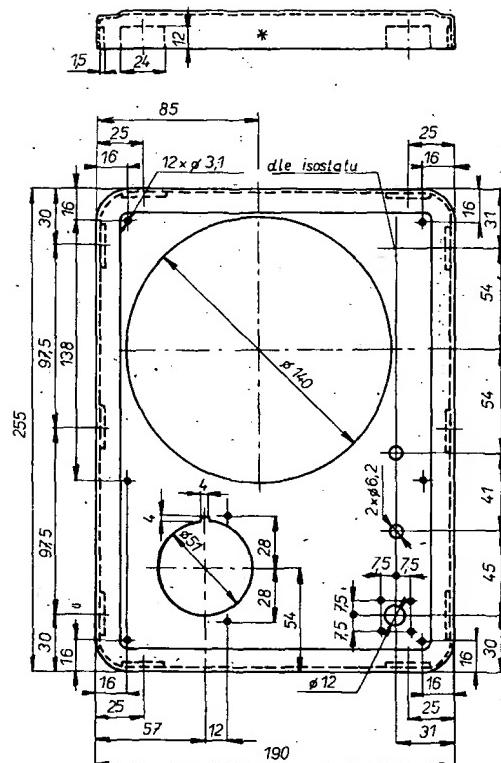
Obr. 10. Deska s plošnými spoji S111 a rozložení součástek

## Seznam součástek

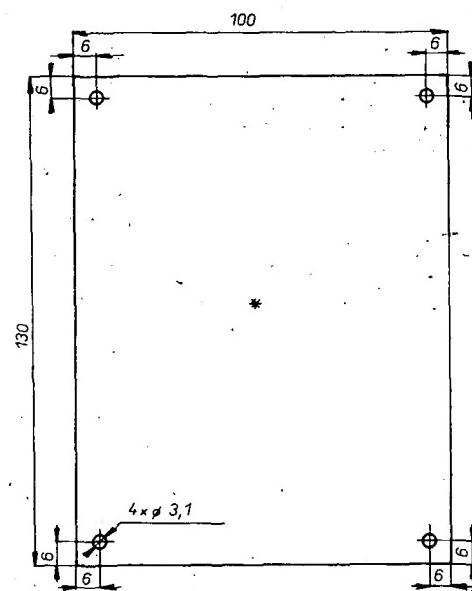
Rezistory	
R1	8,2 k $\Omega$ , 5 %, TR 191 (metalizovaný)
R2, R5	0,12 M $\Omega$ , 5 %, TR 191 (metalizovaný)
R3, R4	0,15 M $\Omega$ , 5 %, TR 191 (metalizovaný)
R6, R7	20 $\Omega$ , 5 %, TR 191 (metalizovaný)
R8, R10	1 k $\Omega$ , 5 %, TR 191 (metalizovaný)
R9	10 k $\Omega$ , lin., TP 280b
Kondenzátory	
C1	motýlový obvod sestavený, viz text, obr. 6, 24
C2	montovaný kondenzátor 80 pF $\pm 20\%$ , viz text, obr. 25
C3	100 pF, keramický, TK 417 (TK 745)
C4	1 nF, terylénový, TC 276
Polovodičové součástky	
D	34NQ50 (31NQ50, 33/34NQ52)
T1, T2	KC148 (KC508, 509, KC149)
Cívky	
L1	vazební šmyčka, viz text, obr. 15, 20 – díl 37
L2	0,6 $\mu$ H $\pm 30\%$ , 20 z drátu CuL o Ø 0,35 mm, vinuto těsně na Ø 3 mm, viz text
Ostatní	
M	100 $\mu$ A, DHR5 (MP 80)
Př	Isostat, s aretakou
K1	zásvuka třídušková (nf)
K2	vtíkonektor panelový BNC 75 $\Omega$ , 7QK 412 01



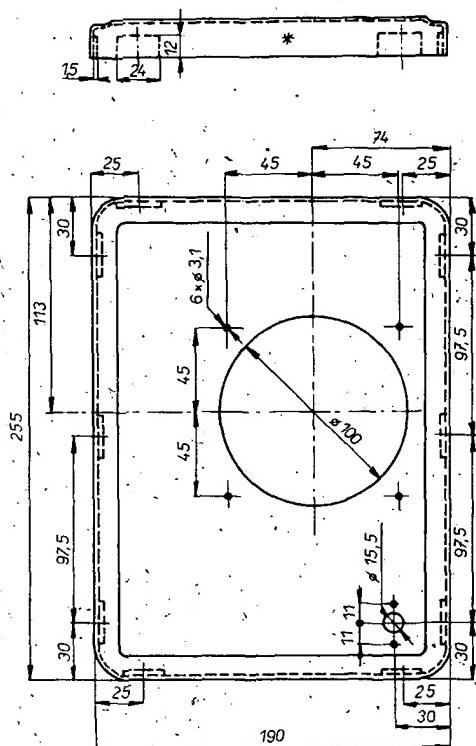
Obr. 11. Sestava a jednotlivé části skřínky vlnoměru



(1) mat: čelo 1AA 169 15; po obvodu nabodováno 10 podložek;  
ocelový plech tl.1,5 x 12 x 24 mm  
pos.1,2,3,5,10-zinkováno-chromátováno  
\*stříkáno vypalovacím lakem S 2023/9112



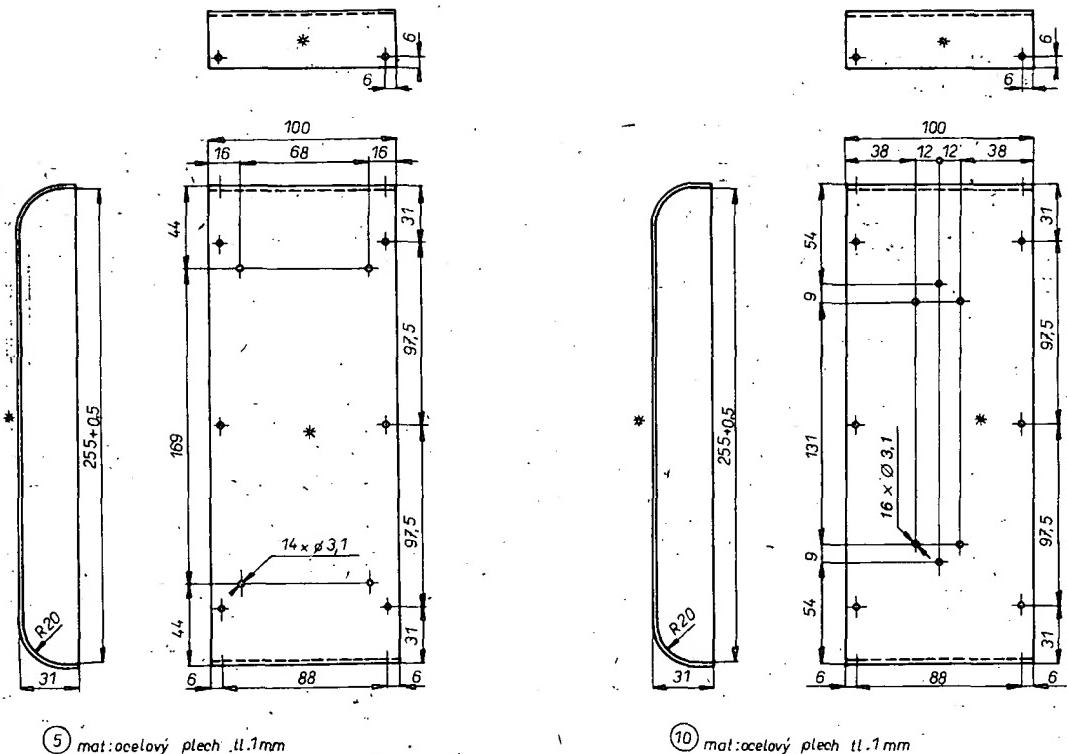
(2) mat: čelo skřínky 1AA 169 15; po obvodu nabodováno 10 podložek; ocelový plech tl.1,5 x 12 x 24 mm



(2) mat: čelo skřínky 1AA 169 15; po obvodu nabodováno 10 podložek; ocelový plech tl.1,5 x 12 x 24 mm

Tab. 1. Seznam mechanických dílů skřínky vlnoměru (k obr. 11)

Díl	ks	Název	Číslo obrázku Číslo normy
1	1	Přední čelo skřínky	Obr. 11 – díl 1
2	1	Zadní čelo skřínky	Obr. 11 – díl 2
3	2	Bočnice	Obr. 11 – díl 3
4	28	Šroub M3 x 6	ČSN 02 1131
5	1	Spodní kryt	Obr. 11 – díl 5
6	4	Pryžová nožka	4P 230 02
7	4	Šroub M3 x 8	ČSN 02 1131
8	4	Podložka 3,2	ČSN 02 1702
9	6	Maticce M3	ČSN 02 1401
10	1	Vrchní kryt	Obr. 11 – díl 10
11	1	Kožená rukojet 200 mm	XA 178 00
12	2	Držák rukojeti chromovaný	1AA 683 07
13	2	Šroub M3 x 10 záplustný	ČSN 02 1155
14	3	Ozubená podložka 3	ČSN 02 1744



(5) mat: ocelový plech tl.1 mm

(10) mat: ocelový plech tl.1 mm

Dále do sestavy skřínky patří montáž okénka z organického skla – (díl 66) – viz obr. 14 – a přírubové zásuvky K1 (díl 65) na zadní čelo (díl 2).

### Šasi

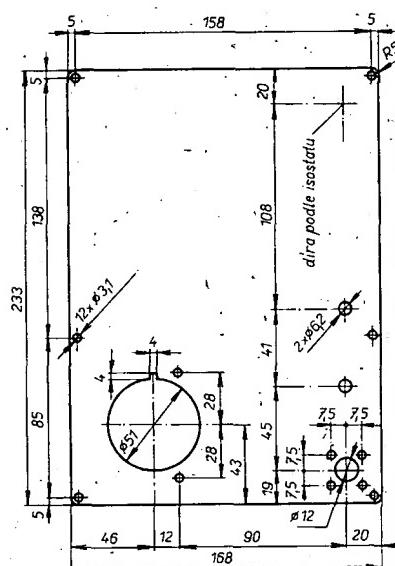
Na obr. 15a až g jsou dílčí sestavy vlnoměru z různých stran a v různých stupních montáže, spolu s tab. 2, v níž je seznam mechanických dílů.

Velmi jednoduché a přitom montážně účelné šasi je tvořeno nosnou deskou I (díl 15) viz obr. 16a, b (detailly vrtání hlavního ložiska), na které jsou upevněny všechny funkční díly, jako je motýlový obvod kondenzátoru C1 a ložisko jeho rotoru, přepínač Př, potenciometr R9,

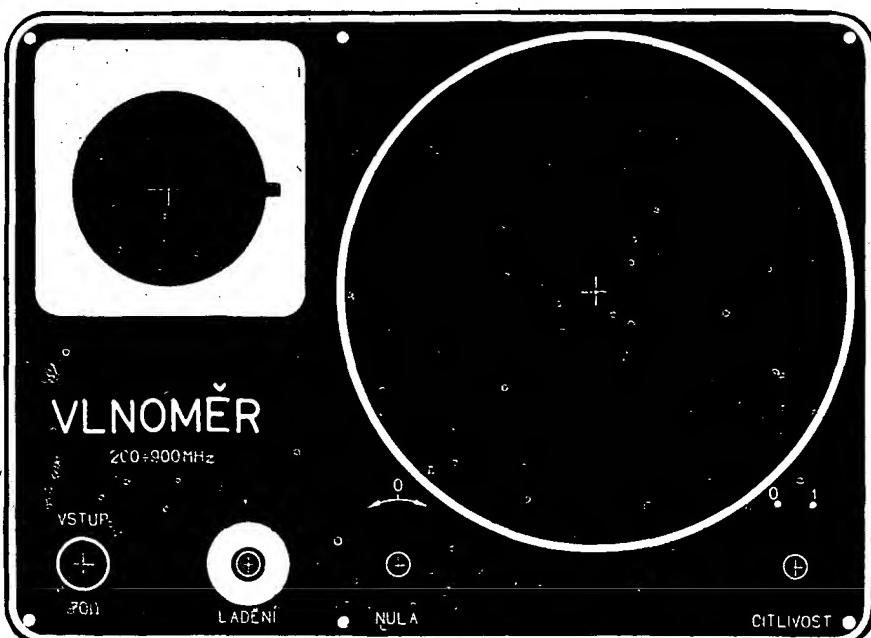
deská s plošnými spoji zesilovače a pouzdra ložisek; a dále nosnou deskou II (obr. 15g díl 48), na které jsou upevněny: ložisko pro motýlový obvod, pouzdro ložisek pro převod ukazatele stupnice a pro náhon a hlavní vlastní stupnice (díl 54) – obr. 17a – s krycí deskou (díl 53) – obr. 17b – a rámečkem stupnice (díl 55) – obr. 17c. Nosná deska I s nosnou deskou II šasi jsou mechanicky spojeny v rozích přes čtyři rozpěrné sloupky dlouhé 20 mm – (díl 40 a 47) a přes čtyři rozpěrné sloupky dlouhé 15 mm – (díl 52) a jako šasi upevněny do sestavy skřínky – viz obr. 11.

Na nosnou desku I šasi – obr. 15d (díl 15) – připevníme „planžetu“ s pouzdrem ložiska (díl 19), kuličkovým ložiskem – umytným a namazaným vazelinou (díl 20) a svírací vložkou s maticí pro  $\varnothing$  9 mm (díl

21) směrem k desce. Pod planžetu pouzdro ložiska (díl 19) vložíme tři podložky tloušťky 3 mm (díl 24), které přitáhneme třemi šrouby M3 (díl 22) s maticemi (díl 23). Pak pod toto ložisko upevníme potenciometr R9 – obr. 15e (díl 34) – pouzdro ložiska (díl 16) s maticí (díl 17), pouzdro ložiska (díl 39) s maticí (díl 17), přepínač Př – (díl 41). Dále vlevo pod potenciometr R9 přišroubujeme rozpěrný sloupek z Umaplexu (díl 35) šroubem (díl 22), vpravo rozpěrný sloupek (díl 35) přišroubujeme rozpěrným sloupkem 20 mm (díl 40), viz obr. 15a a obr. 15f. Do rohů přišroubujeme šrouby M3 (díl 38) tři rozpěrné sloupky (díl 47). Potom připevníme izolační desku – obr. 15e (díl 36) šrouby (díl 22), pájecí očko (díl 43) šroubem (díl 38) a maticí (díl 23) a pájecí úhelníček (díl



Krycí panel  
mat. – organické sklo Umaplex tl.2 mm



Obr. 12. Krycí panel z organického skla

Obr. 13. Panelový štítek-vlnoměru. Popis u přepínače citlivosti odpovídá původnímu provedení s otočným přepínačem, pro Isostat musí být pozměněn

► 42) šroubem (díl 22) s maticí (díl 23). Nakonec upevníme motýlový obvod: stator „kondenzátoru“ C1 (díl 25) čtyřmi šrouby M4 (díl 26) – viz obr. 15b – a sestavenou desku s plošnými spoji (díl 32) přes rozpěrnou trubičku (díl 31) šroubem M3 x 18 (díl 33) s maticí (díl 23).

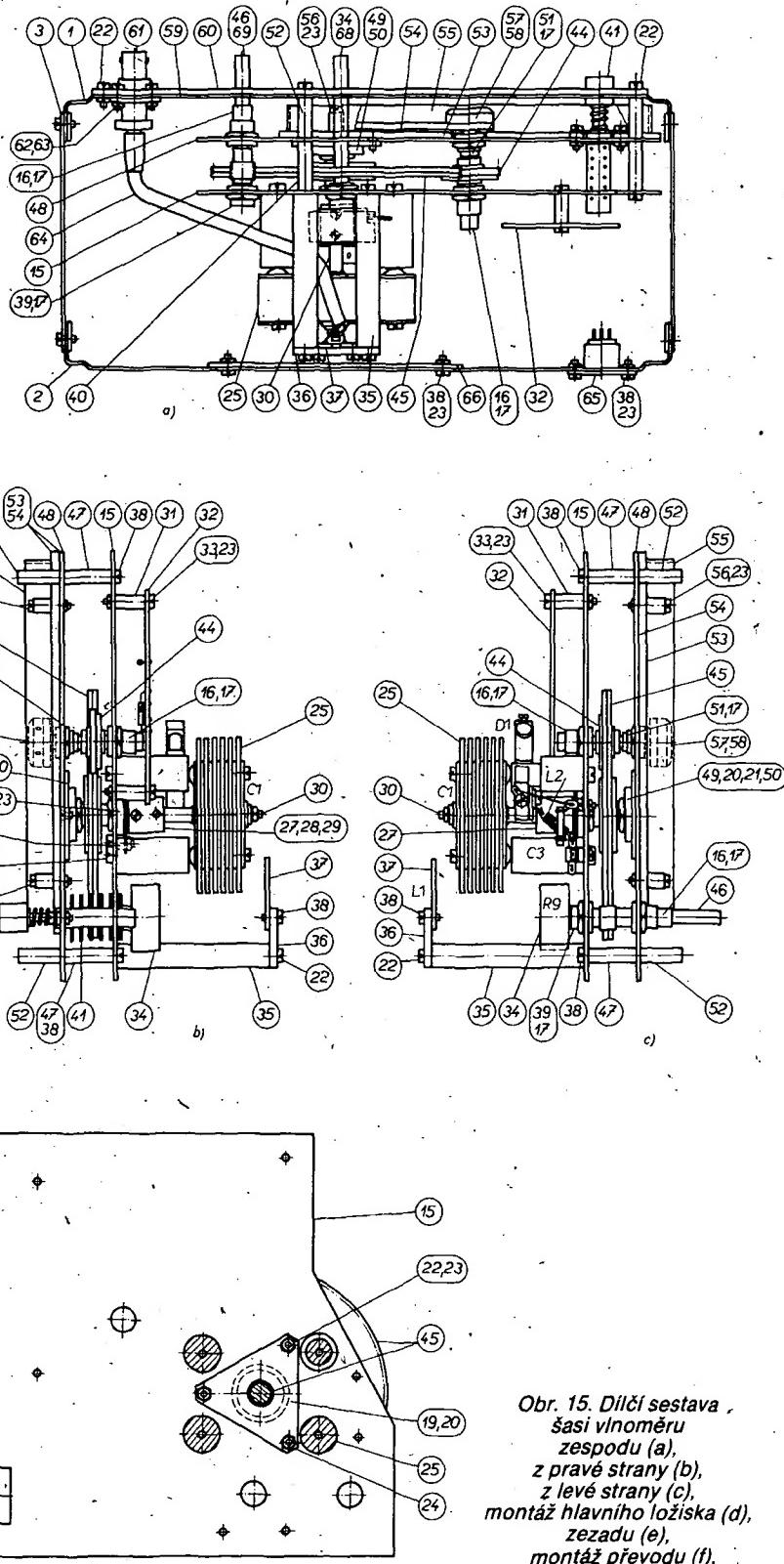
Na nosnou desku II šasi (dil 48) - obr. 18 - nejprve přišroubujeme pouzdro ložiska (dil 49) zapuštěnými šrouby (dil 50). Do pouzdra, ložiska zatlačíme kuličkové ložisko (dil 20), umyté a namazané vazelinou, se svírací vložkou a maticí pro Ø 9 (dil 21) maticí ven. Do středového otvoru o Ø 10 mm upevníme pouzdro ložiska (dil 51) maticí (dil 17). Do zvýbavícího otvoru o Ø 10 mm vpravo pod ložiskem (dil 49) vložíme pouzdro ložiska (dil 16) s maticí (dil 17) z druhé strany. Nyní do polosestavy nosné desky I šasi - obr. 15f - (dil 15) do středového pouzdra ložiska nasadíme kratší částí hřidele sestavené ozubené kolo Ø 27 s hřidelem (dil 44) - hřidel nepatrne namázneme vazelinou; do svírací vložky (dil 21) ložiska (dil 19, 20) nasadíme sestavené ozubené kolo o Ø 105 mm s hřidelem (dil 45) dlouhou částí hřidele směrem k motylkovému obvodu; výrezem kola prochází hřidel potenciometru R9 (dil 34), která vro doraz pro rotor motylkového obvodu. Výřez v ozubeném kole bud vyfrézujeme, nebo na okrajích kót úhlů vyrábíme dva otvory o Ø 8 mm a výšeče výřizneme luppenkovou pilkou a dopilujeme na přesný rozměr. Pak do pouzdra ložiska (dil 39) nasadíme krátkou částí hřidele pastorek o Ø 10 mm s hřidelem (dil 46); hřidel nepatrne namázneme vazelinou. Na tuto sestavu nasadíme dříve připravenou nosnou desku II šasi (dil 48), kterou v rozích pomocí čtyř rozpěrých sloupků (dil 52) přišroubujeme. Doporučují zhotovit sloupky ze šestihranu - lépe se dotahují! Jestliže po dotažení jdou převody lehce, dotáhneme matice svíracích vložek (dil 21) u převodového kola o Ø 105 mm; nejprve „usadíme“ kolo tak, že od nosné desky I bude vzdáleno 6 mm a od desky II 10 mm; poté obě matice svíracích vložek dóbě utáhneme. Pak znovu zkонтrolujeme převody; musí jít lehce, bez zadrhávání, případnou vůli vymezíme opětovným dotažením matice (dil 17) pouzder ložisek. Na středové pouzdro ložiska (dil 51) v nosné desce II šasi (dil 48) nasadíme úhlovér Logarex č. 26105 Ø 125 mm (v jeho středu jsme zhotovili otvor o Ø 13 mm) tak, aby 345° z jeho vnější stupnice směřovalo v ose směrem dolů. Úhlovér překryjeme krycí deskou stupnice - (dil 53) a čtyřmi šrouby přišroubujeme. Na hřidel s partorkem (dil 46) nasadíme knoflík a převod vytocíme doleva, až na doraz. Na hřidel kola o Ø 27 mm

(dil 44) nasadíme sestavený ukazatel – obr. 19 – (dil 57) s dvěma šrouby – „červíky“ (dil 58); rysku ukazovatele přidoruza nastavíme na  $360^{\circ}$  ( $0^{\circ}$ ) a šrouby utáhneme.

Jsou-li převody v pořádku při poloze na levém dorazu, připevníme rotor motýlového kondenzátoru C1 – obr. 15b (díl 30) tak, že na hřídel převodového kola o  $\varnothing$  105 mm (díl 45) nasadíme spojovací hřídel (díl 27) a „červíkem“ M4 (díl 29) dobré utáhneme. Pak nasadíme rotor (díl 30), do otvoru M3 spojovacího hřidele vložíme hliníkové kolečko o  $\varnothing$  2,9 mm

tlušťky 0,3 mm a našroubujeme „červík“ M3 (díl 28), který lehce a jemně dotáhne me po srovnání segmentu rotoru do zákrytu se statorem a po přesném vymezení výše mezi statovými a rotorovými plechy (má být 0,5 mm). Hliníková vložka eliminuje tlak „červíku“ na keramický hřídel. Zkontrolujeme protáčení ukazatelem upraveným až na doraz – musí být asi 330°, přičemž rotor motýlového obvodu musí být celý „vytočen“.

Výkresy jednotlivých součátek a částí ozubených převodů podle tab. 2 jsou na obr. 21 až 23.



Obr. 14. Okénko z organického skla

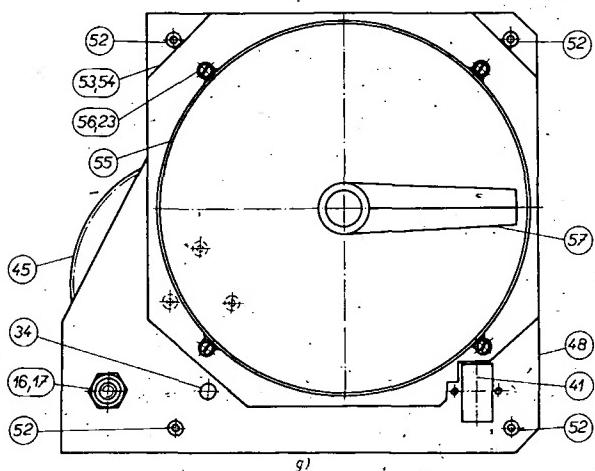
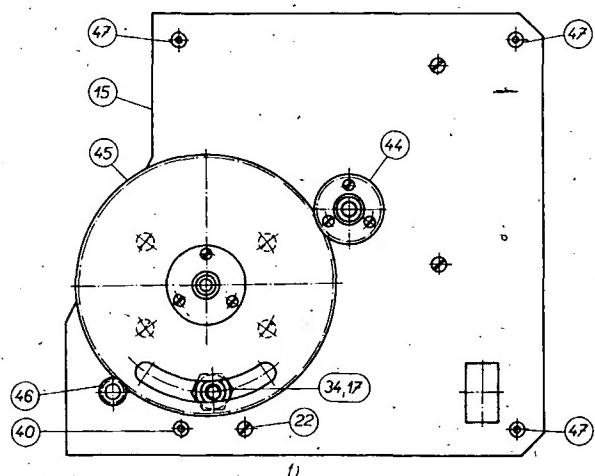
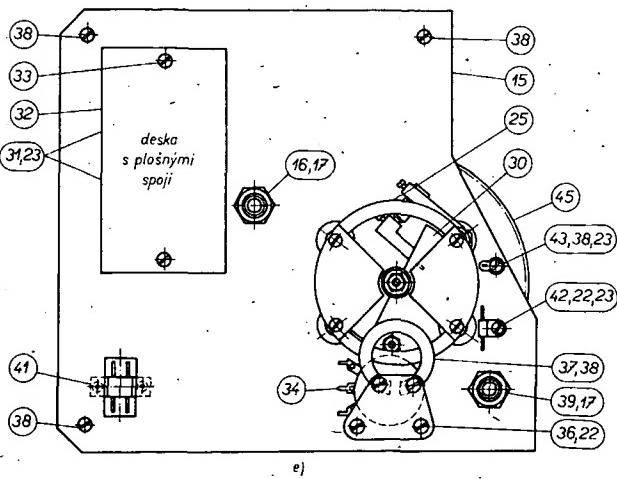
Obr. 15. Dílčí sestava  
 šasi vlnoměru  
 zespodu (a),  
 z pravé strany (b),  
 z levé strany (c),  
 montáž hlavního ložiska (d),  
 ze zadu (e),  
 montáž převodu (f),  
 montáž stupnice (g)

Mechanickou sestavu šasi dokončíme upevněním vazební smyčky L1 – obr. 15a, c, e – (díl 37) dvěma šrouby (díl 38). K ní jsme předem připájeli souosý kabel 75 Ω (díl 64) do otvorů o  $\varnothing$  1 mm; jeho druhý konec je zakončen připájeným panelovým konektorem BNC 75 Ω (díl 61). Vazební smyčka L1 (díl 37) je vysoustružena a lúpenkovou pilkou proříznuta. Po posířbení konce pocinujeme.

Montáž dokončíme zapojením spojů a součástek: drátem o  $\varnothing$  1 mm propojíme pájecí očko (obr. 25 – díl 8) držáku diody

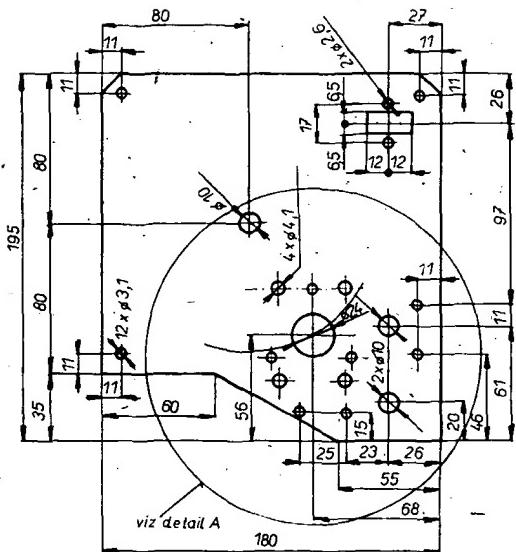
se zemnickým očkem na šasi (obr. 15c, e – díl 43), pak tlumivku L2 od pájecího očka (obr. 25 – díl 12) držáku diody D (katoda diody D) zapojíme spolu s kondenzátorem C3 na pájecí úhelník (obr. 15c, e – díl 42). Druhý konec kondenzátoru C3 připájíme na zemnický očko. Potom propojíme ostatní spoje pevnou kabeláží, kterou vyvážeme (zapojovací drát izolovaný o  $\varnothing$  0,5 mm). Pro spoje k napájecí zásuvece K1 a k měřicímu přístroji M použijeme kablík s barevným rozlišením: např. k zásuvece plus rudý, minus bílý; k měřicímu přístroji plus rudý, minus modrý.

Po dokončení elektrické montáže přistoupíme rovnou k cejchování, neboť se v obvodu UHF nic nenastavuje. Abychom vyloučili různé jiné vlivy (především stínění skřínky), upevníme před cejchováním šasi provizorně do skřínky čtyřmi šrouby M3 (obr. 15a – díl 22) a vlož konektor BNC čtyřmi šrouby M 2,5 (díl 62) s matricemi (díl 63). Pak nasadíme ovládací knoflíky (díly 67, 68, 69). Ke konektoru K1 na zadním čele připájíme vývody k baterii: na 1 minus od vývodu 3 zesilovače a na 2 plus od přepínače Př, a konečně vývody k měřicímu přístroji M.

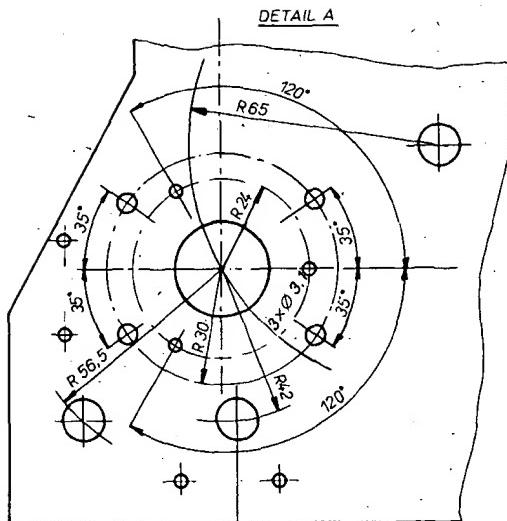


Tab. 2. Seznam mechanických dílů vlnoměru 200 až 900 MHz (k obr. 14a až g)

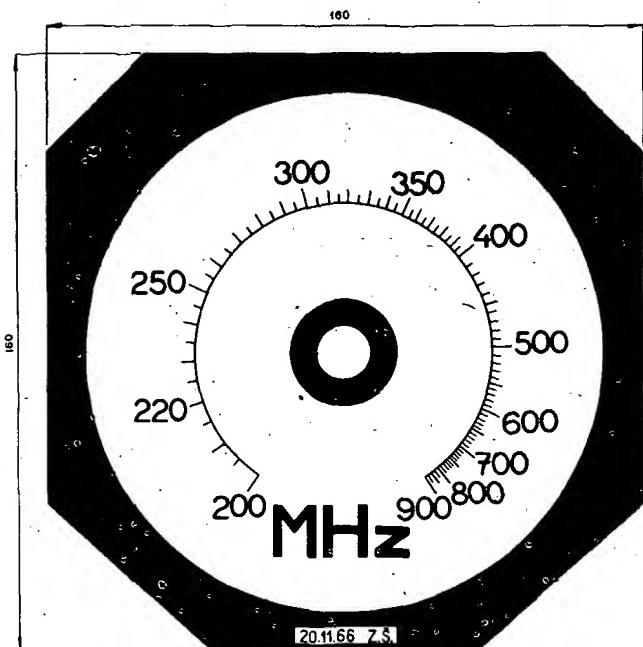
Díl	ks	Název	Číslo obrázku Číslo normy
15	1	Nosná deska I šasi	Obr. 16
16	2	Pouzdro ložiska	Obr. 20
17	5	Matice M10 x 0,75	Obr. 20
18			
19	1	Pouzdro ložiska (viz text)	Z inkurant. mat.
20	2	Kuličkové ložisko (viz text)	Z inkurant. mat.
21	2	Sviraci vložka s maticí pro $\varnothing$ 9 mm	Z inkurant. mat.
22	14	Šroub M3 x 8	ČSN 02 1131
23	20	Matice M3	ČSN 02 1401
24	3	Distanční podložka dl. 3 mm	Obr. 20
25	1	Motýlový obvod statoru kond.	Obr. 24
		C1 sestavený	
26	4	Šroub M4 x 10	ČSN 02 1131
27	1	Spojovací hřidel	Obr. 20
28	1	Šroub (červík) M3 x 4	ČSN 02 1185
29	1	Šroub (červík) M4 x 5	ČSN 02 1185
30	1	Rotor motýlového kondenzátoru	
		C1 sestavený	
31	2	Distanční trubička dl. 12 mm	Obr. 26
32	1	Deska s plošnými spoji sestavená	Obr. 20
33	2	Šroub M3 x 18	Obr. 10
34	1	Potenciometr R9	ČSN 02 1131
35	2	Distanční sloupek dl. 64 mm	TP 280 10K/N 80A
36	1	Izolační deska	Obr. 20
37	1	Vazební smyčka L1	Obr. 20
38	12	Šroub M3 x 6	Obr. 20
39	1	Pouzdro ložiska	Obr. 20
40	1	Distanční sloupek dl. 20 mm	Obr. 20
41	1	Přepínač Isostat	AA 062 08
42	1	Pájecí úhelníček	A 3,2 Ms-S
43	1	Pájecí očko 3,2	NTN 012
44	1	Ozubené kolo $\varnothing$ 27 mm s hřidelem, sestavené	Obr. 21
45	1	Ozubené kolo $\varnothing$ 105 mm s hřidelem, sestavené	Obr. 21
46	1	Pastorek $\varnothing$ 10 mm s hřidelem	Obr. 23
47	3	Distanční sloupek dl. 20 mm	Obr. 20
48	1	Nosná deska II šasi	Obr. 18
49	1	Pouzdro ložiska	Obr. 20
50	3	Šroub zápusťní M3 x 4	ČSN 02 1151
51	1	Pouzdro ložiska	Obr. 20
52	4	Distanční sloupek dl. 15 mm	Obr. 20
53	1	Krycí deska stupnice z org. skla	Obr. 17b
54	1	Stupnice	Obr. 17a
55	1	Rámeček stupnice	Obr. 17c
56	4	Šroub M3 x 16	ČSN 02 1131
57	1	Ukazovatel sestavený	Obr. 19
58	2	Šroub (červík) M3 x 5	ČSN 02 1185
59	1	Panelový štítek	Obr. 13
60	1	Krycí panel z organického skla	Obr. 12
61	1	Panelový konektor 75 Ω K2	7OK 412 01
62	4	Šroub M 2,5 x 8	ČSN 02 1131
63	4	Matice M 2,5	ČSN 02 1401
64	1	Souosý kabel 75 Ω, $\varnothing$ 6 mm dl. 150 mm	VFKP251 (VFKP250)
65	1	Přirubová zásvuka K1, tříkoliková	6AF 282 02/04
66	1	Okénko z organického skla	Obr. 14
67	1	Hmatník Isostat $\varnothing$ 12	bílý
68	1	Knoflík-šípka	VF 243 33 TESLA
69	1	Knoflík válcový	D1074 METRA
			VF 243 15 TESLA



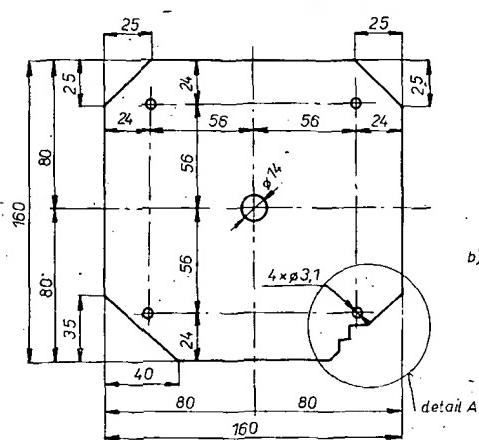
*mat: ocelový plech tl. 1,5 mm  
úprava: zinkováno-chromátovaná (bez proudové niklování)*



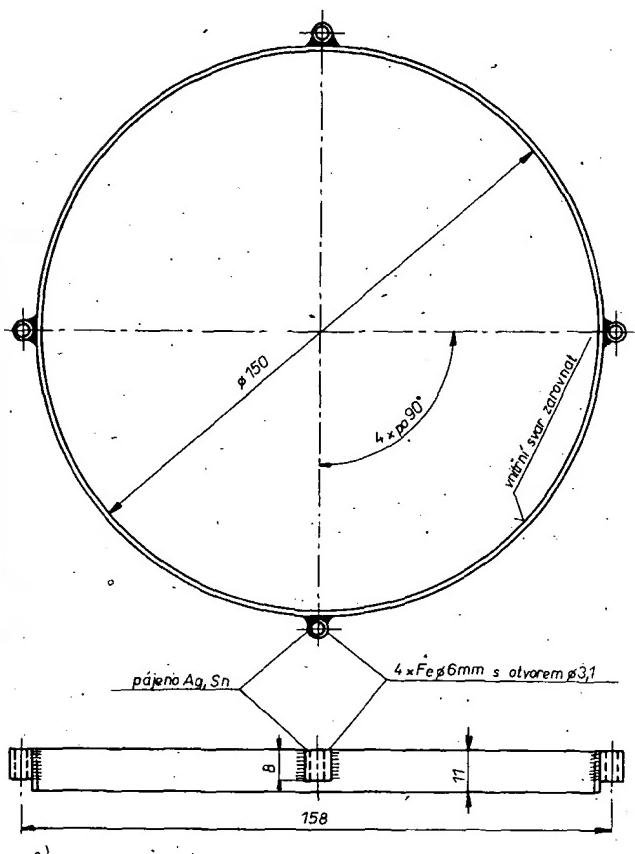
◀ Obr. 16. Nosná deska / šasi



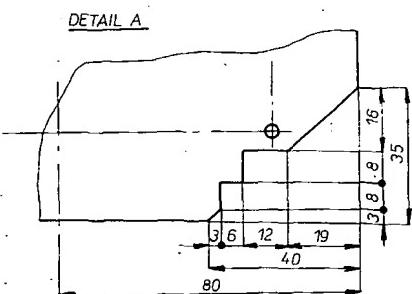
a)



5



**mat:** ocelový plech tl.1mm, šíře 11mm  
**úprava:** zinkováno, stříkáno černým nitrolakem



(53) mat: organické sklo umaplex tl.3mm

Obr. 17. Stupnice (a), její krycí deska (b) a rámeček (c)



## ► Motýlový obvod statoru kondenzátoru C1 – sestavený

Na obr. 24 je sestava motýlového obvodu statoru kondenzátoru C1 spolu s držákem křemíkové diody podle obr. 25 a v tab. 3 je jeho rozpiska. Na snímku ná obr. 6 vidíme jak tuto sestavu, tak sestavu rotoru podle obr. 26, a konečné polotovary: vlevo v popředí statorové segmenty vystřízené z mezikruží podle obr. 24 (díl 2), upravo segment rotorové desky podle obr. 26 (díl 2).

Statorový segment (obr. 24 – díl 2; 14 ks) se zhodí z mosazného plechu tloušťky 1 mm tak, že se vysoustruží čtyři mezikruží o vnějším průměru 65 mm a vnitřním 13 mm. Každé se potom přesně po 90° rozstříhne, vyrovná a zbabí otřepů. Dva otvory ( $\varnothing$  3 mm) nejprve předvrátáme vrtákem o  $\varnothing$  2 mm na jednom kusu, který přesně rozměříme. Podle něj předvrátáme ostatní kusy stažené v nějakém přípravku (svéráku). Pak otvory zvětšíme na  $\varnothing$  3 mm až 3,1 mm. Stejně tak předvrátáme i šest kusů mezikruží – viz obr. 24 (díl 3), které vysoustružíme, vyrovnáme a zbabíme otřepů. Po opracování je třeba všechny díly postříbit vrstvou o minimální tloušťce 10  $\mu$ m. Kdo bude mít možnost, může nechat díly zplatinit vrstvou 1  $\mu$ m až 2  $\mu$ m (zlatnické provozovny), což není příliš drahé; v našem případě je to záležitost

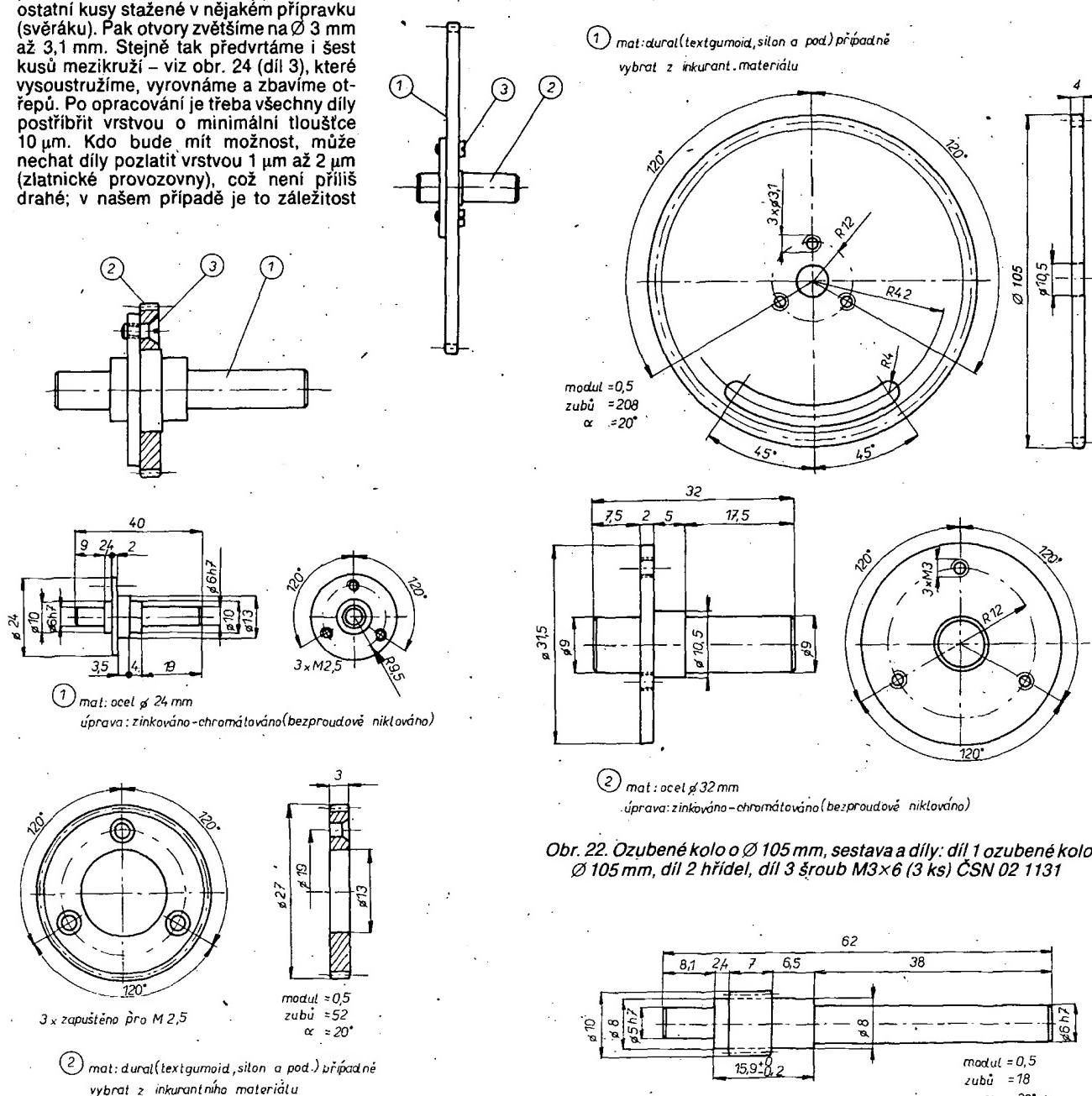
dokonalejší funkce – zlepší se Q obvodu! Pak můžeme stator složit. Na čtyři šrouby M3 x 30 (obr. 24 – díl 7) navlékneme nejprve statorové segmenty (díl 2), pak statorové mezikruží (díl 3), opět díl 1 atd., až složíme celý stator ( $7 \times 2 = 14$  ks díl 2 a 6 ks díl 3), který potom sešroubujeme s použitím tvarových matic M3 (díl 4), které mohou být postříbené – zlaceni není podmínkou. Poté podle sestavy na obr. 24 zašroubujeme pod tři šrouby tři nosné sloupy (díl 5) z organického skla (ví izolace) a dobré je dotáhneme. Na nosný sloupek (díl 6) navlékneme sestavený díl 7 – držák křemíkové diody D (obr. 25), jehož přichytka (díl 3) a šroub (díl 7) s pájecím očkem (díl 8) jsou povoleny a nosný sloupek (obr. 24 – díl 6) dobré dotáhneme. Pak držák křemíkové diody D (díl 7) dorazíme k nosnému sloupu (díl 6) a jeho polohu seřídíme podle obr. 24; držák pevně zajistíme jeho přichytkou a šroubem s pájecím očkem (obr. 25, díly

3, 7 a 8). Takto sestavený stator motýlového obvodu upevníme do sestavy šasi (obr. 15 – díl 25).

## Držák křemíkové diody D – sestavený

Na obr. 25 je sestava držáku a v tab. 4 jeho rozpiska. Na první pohled vypadá držák velmi složitě, avšak jen dva díly jsou opracovány frézováním a přesným vrtáním.

Na obr. 25 (díl 7) je držák levý, celý frézovaný z mosazné desky tloušťky 8 mm. Díl 2 – pravý držák – je rovněž frézovaný ze stejného materiálu a svrtáván najednou s dílem 3 – přichytkou. Po opracování a vyvrtání všech otvorů je rezem pilou tloušťky 1 mm (a pak 0,5 mm) oddělena přichytka (díl 3). Z mosazného plechu tloušťky 0,8 mm se zhotoví podložka (díl 4). Díly 1 až 4 se zbabí otřepů



Obr. 21. Ozubené kolo o  $\varnothing$  27 mm, sestava a díly:  
díl 1 hřídel, díl 2 ozubené kolo  $\varnothing$  27 mm, díl 3 záplustný  
šroub M2,5x4 (3 ks) CSN 02 1151

a dají postříbit (vrstva o tloušťce min. 10 µm). Jako u statoru můžeme nechat i tyto díly tence (1 až 2 µm) pozlatit. Povrchově upravené díly sestavíme podle obr. 25: do otvoru o Ø 4 mm dílu 1 levého držáku vložíme izolační podložku (díl 11), na kterou jsme navlékli pájecí očko 4,2 mm (díl 12). Do izolační vložky (díl 11) vložíme šroub M3 × 10 (díl 9) s podložkou 3,2 mm (díl 10); z druhé strany držáku (díl 1) podložíme sílovou podložkou (díl 5), mosaznou podložkou (díl 4) a přiložíme pravý držák (díl 2) a celek dobrě sešroubujeme – pomůžeme si s maketou diody D, kterou do dílu 2 (do otvoru Ø 6,5) zasuneme a šroubem (díl 14) zajistíme; stejně zajistíme šroubem (díl 14) v dílu 1. A konečně příchytku (díl 3) šroubem M3 × 14 (díl 7) s pájecím očkem 3,2 mm (díl 8) lehce přišroubujeme. Vyměníme maketu diody a změříme kapacitu kondenzátoru C2 (která je vytvořena mezi oběma držáky a síla tvoří dielektrikum) na obou pájecích očkách; pájecí očko (díl 8) je uzemněno (anoda diody D). Musíme naměřit kapacitu 80 pF ±20 %. Zkontrolovaný držák upevníme do sestavy statoru – obr. 24.

### Rotor motýlového kondenzátoru C1 sestavený

Na obr. 26 je sestava rotoru motýlového obvodu a v tab. 5 je rozpiska. Díl 1 je soustružený náboj rotoru – nesmíme za-

pomenout vyvrtat z boku odvzdušňovací otvor o Ø 0,6 mm! Díl 2 – rotorová deska (6 ks) – je zhotovena z mosazného plechu tloušťky 1 mm, tak, že se nejprve vysoustrží mezikruží s průměry 53,5 a 7,5 mm (6 ks), pak se narýsuji tvary výsečí a luppenkovou pilkou se vyřeze hrubý obrys. Pak se všech šest desek ve středovém otvoru stáhne a potřebný tvar výsečí se přesně vypiluje. Jednotlivé desky se zbaví otřepů a vyrovnaní. Díl 3 (6 ks) a díl 4 (1 ks) jsou soustružené podložky. Všechny díly 1 až 4 jsou postříbeny vrstvou o min. tloušťce 10 µm (i tyto díly můžeme nechat tence – 1 až 2 µm – pozlatit). I tenká vrstva zlata zabrání oxidaci stříbra a jeho černání, které sice není na závadu funkci, ale není vzhledné.

Před složením povrchově upravených dílů zlepíme pryskyřici Epoxy 1200 (díl 7) do náboje rotoru (díl 1) keramický hřidel (díl 6) – Ø 6h7, délka 35 mm – (z inkurantních ladicích kondenzátorů) tak, že hřidel v délce 10 mm potřeme velmi slabě Epoxy 1200 a do náboje (do nitra otvoru o Ø 6) kápnete též trochu; hřidel do náboje zatlačíme tak, aby přečinval 21 mm do náboje. Poté mezi nábojem a hřidlem – do hrany – nakapeme malé množství Epoxy 1200 a necháme vytvrdit. Po vytváření složíme rotor tak, že na náboj nasuneme střídavě šest desek (díl 1) a šest podložek (díl 3); nakonec podložku (díl 4). Celkem stáhneme maticí (díl 5), přičemž vyrovnáme všechny rotorové desky do

zákrytu. Takto sestavený rotor motýlového obvodu připevníme do sestavy šasi (obr. 15 – díl 30).

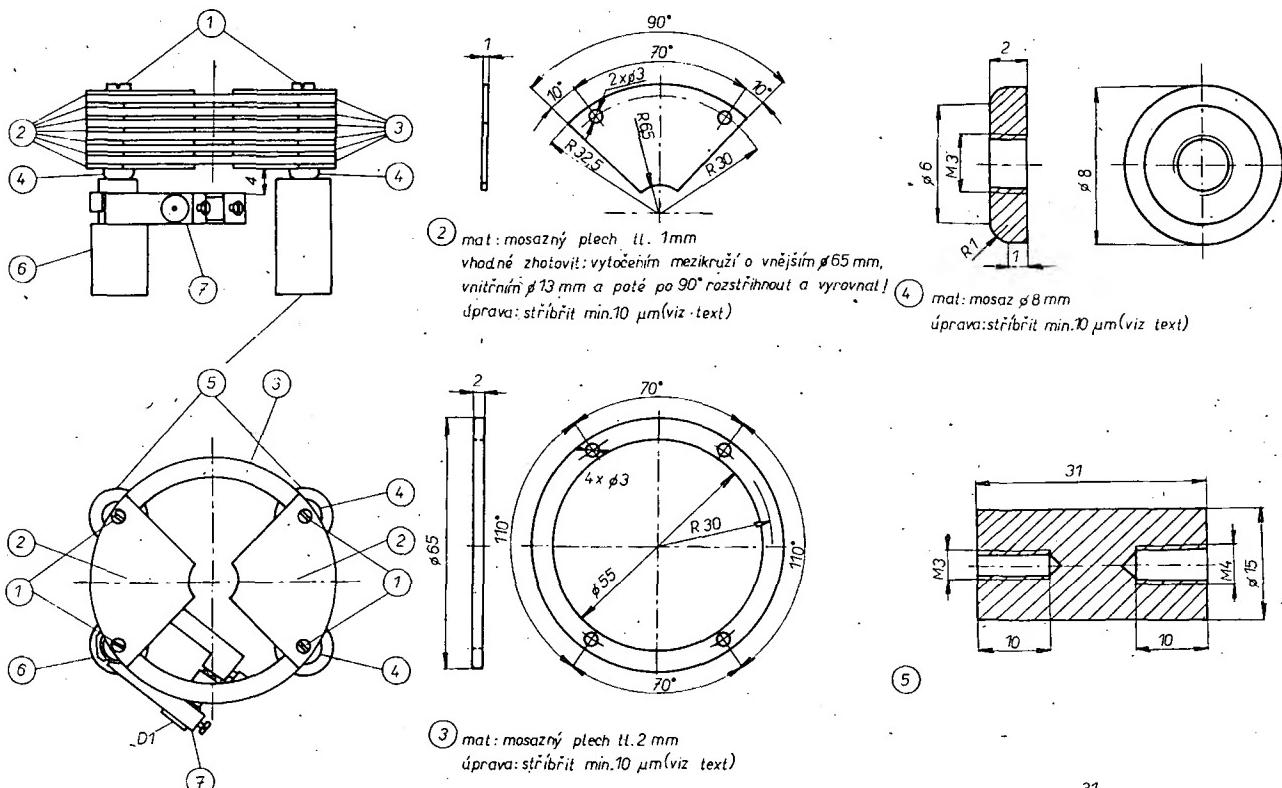
### Změření průběhu kapacity motýlového obvodu

Z držáku diody D vyjmeme maketu diody D (obr. 25 – díl 13) po povolení dvou šroubů M2 (díl 14), nahradíme ji předem změrenou diodou a oba šrouby dotáhneme. Změříme průběh kapacity motýlového obvodu v závislosti na úhlu natáčení. Krátké přívody zakončené banánky s „krokodýlkou“ od měřiče kapacity připojíme na rotor (živý) a na jeden ze statorových segmentů (zemněný). Statorové segmenty jsou dva; jsou to vlastně dvě kapacity paralelně vůči rotoru. Kapacitu samotných přívodů přesně změříme a po změření celku od každé dílčí hodnoty odečteme. Potom výsledek dělíme dvěma. Výsledný průběh je v grafu na obr. 8a, kde je uveden průběh natočení jak rotoru (0° až 90°), tak ukazatele na stupnici (0° až 330°).

Až budeme po ocejchování znát průběh kmitočtu – viz obr. 8b – můžeme z kmitočtu a kapacity spočítat i indukčnost motýlového obvodu:

$$L = \frac{25330}{fC}$$

[µH; MHz, pF] ➤



Tab. 3. Rozpiska sestavy statoru motýlového kondenzátoru C1 (k obr. 24)

Díl	ks	Název	Číslo obrázku Číslo normy
1	4	Šroub M3 × 30	
2	14	Statorový segment	
3	6	Statorové mezikruží	
4	4	Tvarovaná maticí M3	
5	3	Nosný sloupek	
6	1	Nosný sloupek pro držák diody D	
7	1	Držák diody D sestavený	Obr. 25

Obr. 24. Motýlový obvod – stator, sestava a díly

Vypočítaná indukčnost je velmi malá: např. pro 200 MHz a kapacitu  $C = 122 \text{ pF}$ :

$$L = \frac{25 \cdot 330}{40000 \cdot 122} = 0,0051905 \mu\text{H} = 5,1905 \cdot 10^{-9} \text{ H}$$

a prakticky ji nelze měřit. Pro naši představu je současně s kapacitou uvedena v grafu na obr. 8a a pro lepší přehled je uvedena v [ $\text{nH}$ ].

### Tlumivka L2

Vysokofrekvenční tlumivka L2 je samosná, tvoří ji 20 závitů drátu smalt – hedvábí o  $\varnothing 0,35 \text{ mm}$ , navinutých těsně na  $\varnothing 3 \text{ mm}$ . Po navinutí je tlumivka zatmele-

ná pryskyřicí Epoxy 1200. Po vytvrzení změříme indukčnost, měla by být v mezi  $0,6 \mu\text{H} \pm 30 \%$ .

### Deska s plošnými spoji

Je z jednostranného Cupprexitu tloušťky 1,5 mm a jsou v ní vyvráceny dva otvory o  $\varnothing 3,2 \text{ mm}$  a 39 otvorů o průměru  $0,8 \text{ mm}$  (obr. 10).

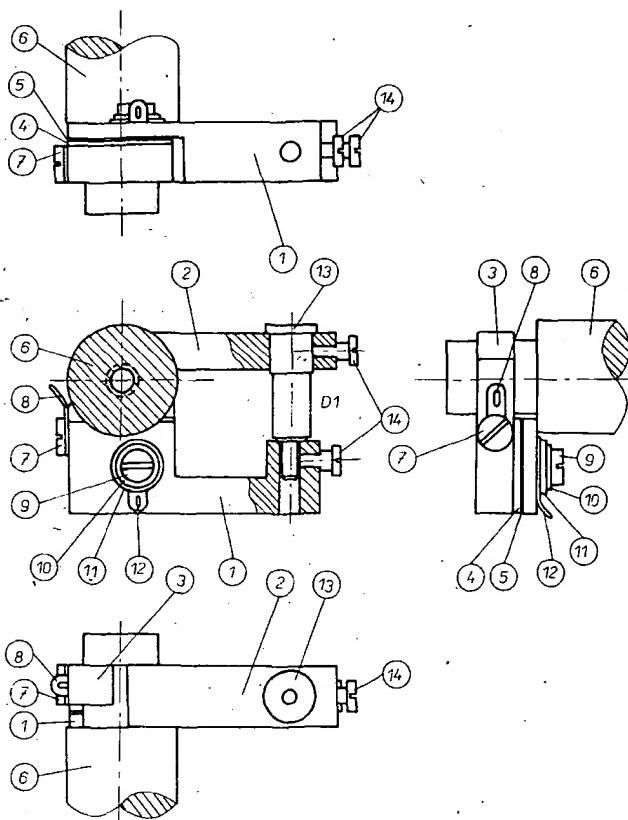
Po zapájení součástek omyjeme pájená a znečištěná místa lihem, případně trichloretylenem (pozor na zapájené součástky), osušíme vzduchem a celou desku ze strany fólie a pájení přelakujeme slabou vrstvou bezbarvého nitrolaku.

Osazenou desku připevníme podle obr. 15 k nosné desce šasi I (dil 15) přes distanční trubičky (dil 31) šrouby M3x18

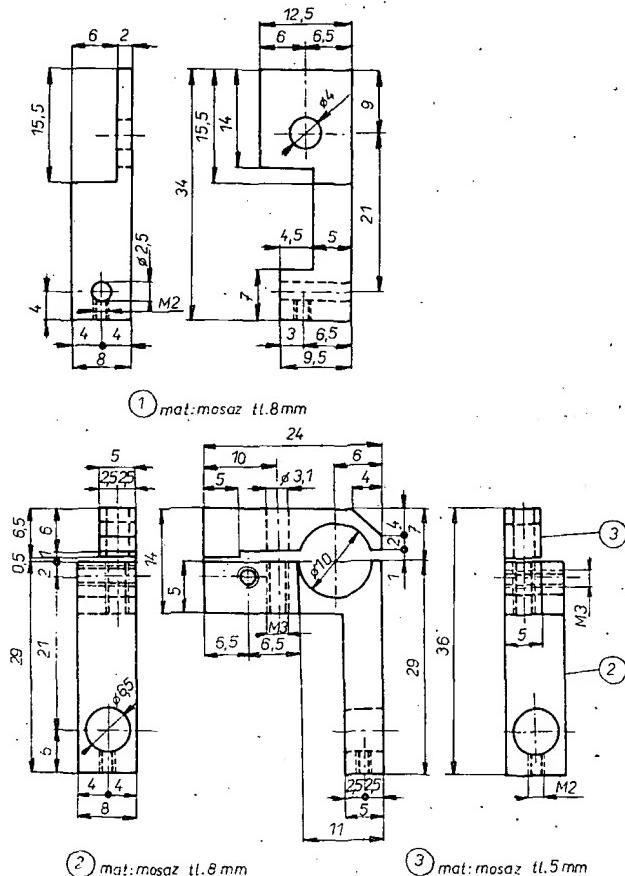
(dil 33) a maticí M3 (dil 23) a nakonec propojíme příslušné spoje k přepínači P, měřidlu M, potenciometru R9 a přírubové zásuvce K1 (dil 65). Svoj od rezistoru R1 k vývodu 3 přepínače P zatím nepropojíme.

### Kontrola proudového zesílení a vstupního odporu ss zesilovače

Na zásuvku K1 připojíme plochou baterii: plus na 2 a minus na 1. Přepínač P „CITLIVOST“ přepneme do polohy „1“ („1-ZAP“), můstek vyrovnáme potenciometrem R9 „NULA“ (výchytka ručky měřidla na nulu). Na vstup 1 zesilovače (+) přivedeme (proti 2: minus–kostra), takové ss napětí (z potenciometrového dělicí

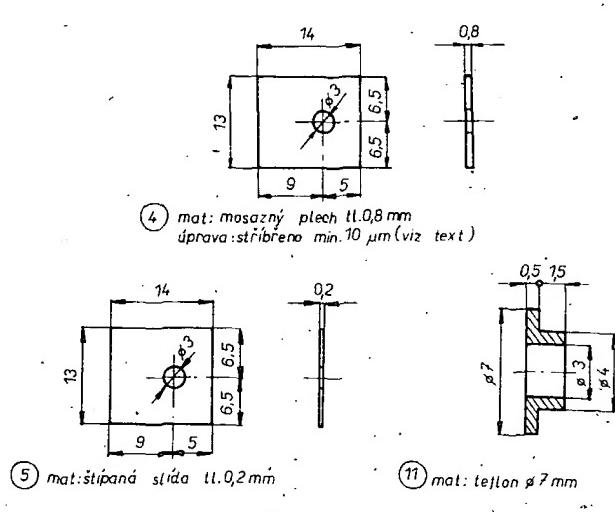


poznámka: mezi pájecími očky pos. 8, 12 = kond. C2 s vymučenou diodou D1  
- pos. 13, musíme naměřit  $C = 80 \text{ pF} \pm 20\%$   
konečná montáž a nastavení držáku diody D1 v sestavě dle obr. 24.

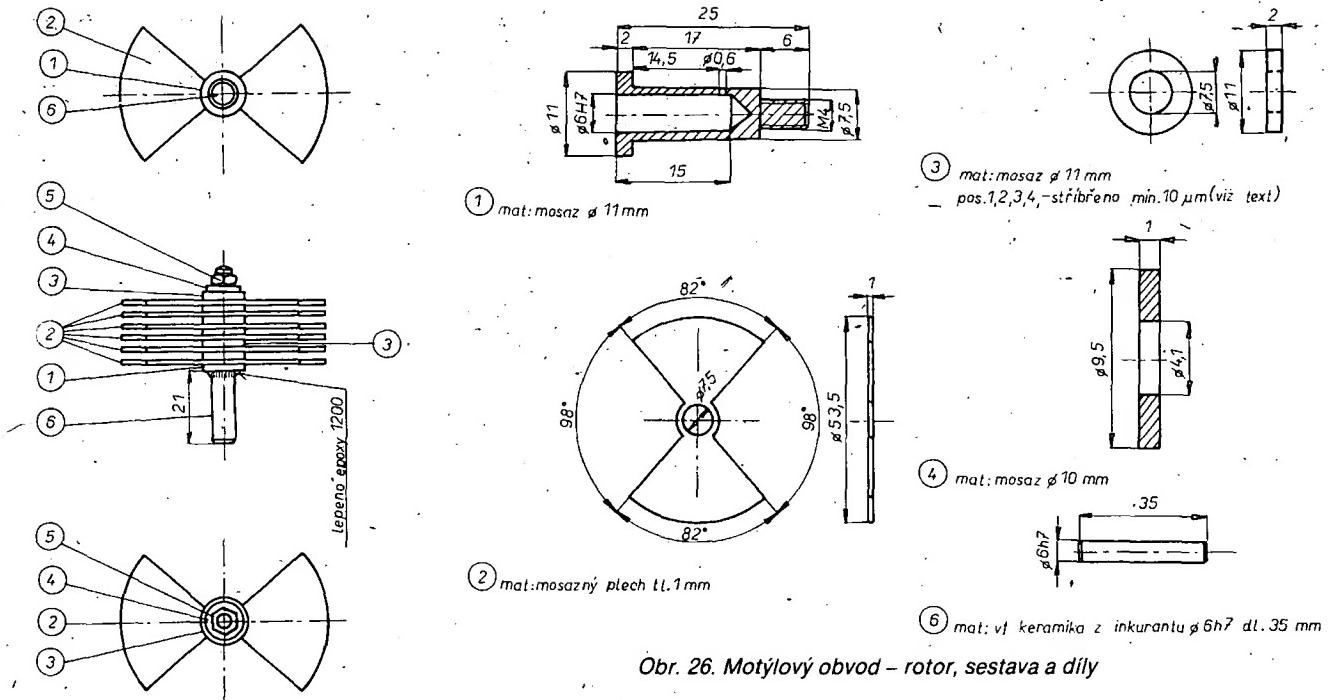


Tab. 4. Rozpiska sestavy držáku křemíkové diody D (k obr. 25)

Dil	ks	Název	Číslo obrázku Číslo normy
1	1	Držák levý	
2	1	Držák pravý	
3	1	Přichytka pravého držáku	
4	1	Mosazná podložka	
5	1	Slídová podložka	
6	1	Nosný sloupek ze sestavy v obr. 24	Obr. 24 – dil 6 Obr. 25 – dil 6
7	1	Šroub M3 x 14	
8	1	Pájecí očko 3,2	NTN 012 –
9	1	Šroub M3 x 10	
10	1	Podložka 3,2	
11	1	Izolační vložka	
12	1	Pájecí očko 4,2	NTN 012 –
13	1	Křemíková dioda D	
14	2	Šroub M2 x 4	CSN 02,1131



Obr. 25. Držák křemíkové diody, sestava a díly



Obr. 26. Motýlový obvod - rotor, sestava a díly

Tab. 5. Rozpiska sestavy rotoru motýlového kondenzátoru C1 (k obr. 26)

Díl	ks	Název	Číslo obrázku Číslo normy
1	1	Náboj rotoru	
2	6	Rotorová deska	
3	6	Rotorová podložka	
4	1	Podložka stahovací	
5	1	Matici M4 mosazná, niklovaná	ČSN 02 1401
6	1	Keramický hřidel ø 6h7 dl. 35 mm	viz text
7	2g	Pryskyřice Epoxy 1200	

a monočlánku 1,5 V), které je potřebné pro plnou výchylku měřicího přístroje M. Toto napětí na vstupu 1 a 2 milivoltmetrem (se vstupním odporem  $10 \text{ M}\Omega$ ) změříme jako  $U_1$  (např. 21 mV). Pak za stejných podmínek změříme úbytek napětí  $U_2$  na rezistoru  $R_1$  8,2 k $\Omega$  (např. 4,5 mV). Z tohoto napětí spočítáme proud  $I$ , tekoucí v obvodu:

$$I = \frac{U_2}{R_1} = \frac{0,0045}{8200} \doteq 0,54 \mu\text{A}$$

Jelikož tento proud 0,54  $\mu\text{A}$  vyvolal na měridle pinou výchylku (=100  $\mu\text{A}$ ), je proudové zesílení:  $100:0,54 = 185$ , a dále, víme-li, že tento proud teče přes rezistory  $R_3$ ,  $R_4$  a současně i přes báze paralelních tranzistorů  $T_1$ ,  $T_2$ , můžeme si spočítat také vstupní odpor, neboť známe na těchto rezistorech i napětí  $U_3$ :

$$U_3 = U_1 - U_2 = 21 - 4,5 = 16,5 \text{ mV}$$

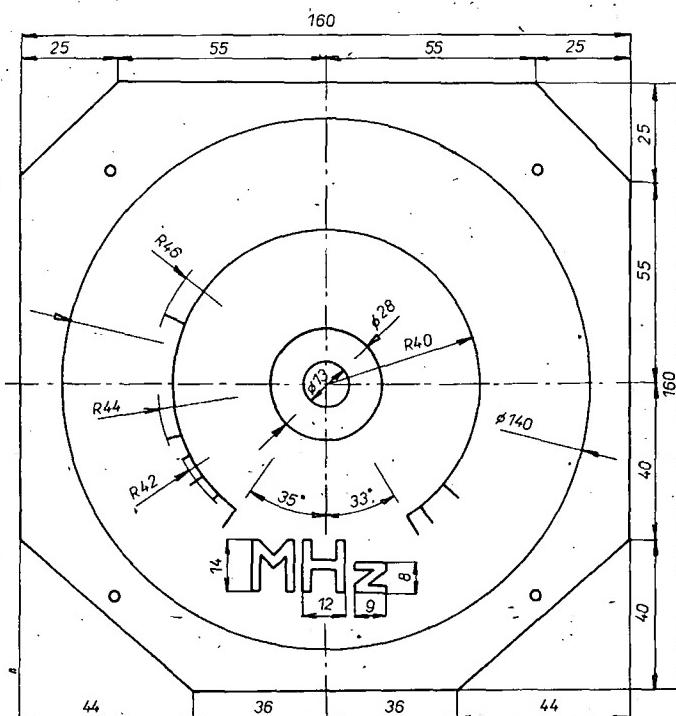
$$R_{\text{vst}} = \frac{U_3}{I} = \frac{16,5 \cdot 10^{-3}}{0,54 \cdot 10^{-6}} \doteq 30,5 \text{ k}\Omega$$

což je pro nás účel plně vyhovující. Po změření doplníme zbývající spoj od vstupu 1 zesilovače k přepínači P.

### Cejchování stupnice

Jelikož je mezi radioamatéry stále náročný nedostatek všech druhů měřicí techniky pro pásmo VKV, musíme si pomocný zdroj signálu k cejchování našeho vlnoměru improvizované zhotovit. Výbornou pomůckou je „Pomocný zdroj televizního signálu pro IV. a V. pásmo“, popsáný v [11], který dodá dostatečný signál i jeho harmonické pro pokrytí celého pásmá při cejchování.

Vzhledem k tomu, že budeme cejchovat pouze jeden rozsah, je práce poměrně jednoduchá; potíže může činit cejchování vyšších kmotocí. K cejchování použijeme již vestavěného úhloměru. Připravíme si tabulku s žádaným kmotocí, kam bude možné zapisovat úhly, a milimetrový papír formátu A3 (na výšku), na němž na vodo-



Obr. 27. Rozměrový náčrtk stupnice

► rovnou osu (kratší) vyněseme stovky MHz — počínaje 200 MHz, po 40 mm 300 MHz atd. až 900 MHz; na svislou osu odshora stupně od 0 ° do 330 ° (po 10 ° — 10 mm).

Do zásuvky K1 na zadním čele připojíme plochou baterii 4,5 V. Přepínač Př „CITLIVOST“ přepneme z „0“ na „1“ („1“—ZAP“), potenciometrem R9 „NULA“ nastavíme nulu na měřidle; na konektor BNC „VSTUP 75 Ω“ přivedeme z generátoru či pomocného zdroje v signál příslušného kmitočtu — kontrolovaný kalibrátorem (případně čítačem) o takové amplitudě, aby při rezonanci byla na měřidle výchylka v rozmezí 50 % až 75 % rozsahu.

Na generátoru nastavíme přesně 200 MHz, vlnoměr vyladíme do rezonance a na úhlovém přečteme přesně úhel, např. 20 °. Údaj pojmenujeme do tabulky. Dále nastavujeme a čteme: 210 MHz = 38,5 °; 220 MHz = 56 °; 230 = 72 °; 240 MHz = 86 °; 260 = 98 °; 280 = 111 °; 300 MHz = 151,5 °; 320 = 167,5 °; 340 = 182 °; 360 = 194 °; 380 = 205,5 °; 400 MHz = 216 °; 420 = 225 °; 440 = 233 °; 460 = 240 °; 480 = 247 °; 500 MHz = 253 °; 550 MHz = 267 °; 600 MHz = 277,5 °; 650 MHz = 286 °; 700 MHz = 294 °; 750 MHz = 300 °; 800 MHz = 306 °; 850 MHz = 309 °; 900 MHz = 312 °. Některé údaje musíme kontrolovat několikrát, některé získáme z druhé harmonické, atd. Chce to trochu trpělivosti, pečlivosti a výtrvalosti. Získané údaje z tabulky vyneseme na milimetrový papír a spojíme v křivku. Je-li tato křivka „plynná“, lze předpokládat, že cejchování bylo správné a můžeme zhotovit stupnice.

## Kreslení a zhotovení stupnice

Abychom mohli opatřit stupnice dokonalými ryskami, provést vzhledné rozdelení a stejně vzhledný popis, je nutno celý výkres stupnice zvětšit. Jelikož se tentokrát jedná o jednodušší stupnice, postačí zvětšení 1,5násobné z důvodu vhodného popisu. Podle rozměrového náčrtku na obr. 27 vynásobíme všechny délkové míry činitelem 1,5 a přeneseme je na kladívkovou čtvrtku. Tloušťka čáry pro kružnice stupnice o poloměru  $r = 40 \cdot 1,5 = 60$  mm s úhlovým rozměrem 292° by měla být asi 0,3 až 0,5 mm, stejně tak pro všechny rysky. Tužkou si nakreslíme pomocné  $r = 42 \cdot 1,5 = 63$  mm pro krátké rysky;  $r = 42 \cdot 1,5 = 63$  pro krátké rysky;  $r = 44 \cdot 1,5 = 66$  mm pro střední rysky;  $r = 46 \cdot 1,5 = 69$  mm pro dlouhé rysky; z toho vyplývají délky rysek 2, 4 a 6 mm.

K dělení použijeme další úhlovér LO-GAREX č. 26107 o Ø 180 mm, jehož střed špendlíkem uchytíme přesně do středu kreslené stupnice. Uhlomér natočíme dílem 345° na vnější stupnice na středovou svislou osu dolů. V této poloze úhlovér zajistíme a celou dobu kreslení udržujeme. Pomocí pravítka, ve kterém uděláme zárez pro špendlík (aby rysky směrovaly vždy přesně do středu) vynášíme postupně podle cejchovní tabulky příslušné stupně a dělení.

Dlouhé rysky kreslíme pro kmitočty:

200; 250; 300; 350; 400; 500; 600; 700; 800 a 900 MHz.

Střední rysky:

210; 220; 230; 240; 260; 270; 280; 290; 310; 320; 330; 340; 360; 370; 380; 390; 450; 550; 650; 750 a 850 MHz.

## Krátké rysky:

205; 215; 225; 235; 245; 255; 265; 275; 285; 295; 305; 315; 325; 335; 345; 355; 365; 375; 385; 395; 410; 420; 430; 440; 460; 470; 480; 490; 510; 520; 530; 540; 560; 570; 580; 590; 610; 620; 630; 640; 660; 670; 680; 690; 710; 720; 730; 740; 760; 770; 780; 790; 825 a 875 MHz.

Popis u určených rysek (viz obr. 17a) provedeme tuší a kolou šablonek LO-GAREX 9 až 10 mm, perem o průměru 1,2 mm. Hotovou stupnici opatříme po stranách kótami 160×160 mm (tj. skutečným rozměrem) a ofotografujeme. Jakkoliv přetázení tuší, či rozmažání nevyškrabáváme. Po dokončení vymažeme pomocné kružnice a značky měkkou prýží; silnější rysky tužkou, přetahy tuší či rozmažání „vymazujeme“ bílou, dobře kryjící barvou. Může to být buď temperová běloba nebo bílá acetonová barva.

Po ofotografování negativ zpracováváme tvrdě pracující vývojkou. Pro kopii volíme nejtvrďší papír a rovněž tvrdě pracující vývojku. Kopii je třeba dokonale vyprat v tekucí vodě, aby po čase nezvloutla. Stupnici dobře usušíme. Můžeme použít lesklý papír, ovšem lesk musí být po zpracování po celé ploše dokonalý bez nejmenších kazů.

## Montáž stupnice

Z přístroje sejmeme knoflíky a vyměme šasi ze skřínky: nejprve uvolníme čtyř šrouby M 2,5 konektoru BNC (díl 62) a pak po uvolnění čtyř šroubů M 3 (díl 22) a odplácení přívodu k měřidlu a zásuvce K1 šasi vyměme.

Hotovou stupnici ostřihneme a pečlivě vyřízneme otvor o Ø 13 mm v jejím středu. Z nosné desky II sestaveného oživeného a ocejchovaného šasi sejmeme sestavený ukazovatel po povolení dvou „červíků“ M3, krycí desku stupnice (díl 53) po vyšroubování čtyř šroubů a uvolněme dříve připevněný úhlovér. Nastředové ložisko nasadíme otvorem o průměru 13 mm stupnice, srovnáme ji do správné polohy, přiložíme vycíštěnou krycí desku stupnice (díl 53), jehlovým pilníčkem proškrábeme čtyři uchycovací otvory ve stupnici, přiložíme rámeček stupnice a čtyřmi šrouby M3×16 s maticemi stupnice s krycí deskou a rámečkem přišroubujeme (matice zakápneme barvou). Převod ladění vytáhneme vlevo až na doraz (motýlový obvod kondenzátoru C1 má rotor zasunut do statoru) a na osu stupnice opět nasadíme ukazovatel. Na vstup přivedeme z výgenerátoru přesný signál 200 MHz, vlnoměr vyladíme do rezonance, rysku ukazovatele nastavíme na rysku stupnice 200 MHz a oba jeho „červíky“ dotáhneme. Tím je šasi připraveno ke konečné vestavbě do předního čela skřínky.

## Panelový štítek

Tak jako u ostatních svých měřicích přístrojů, i u tohoto jsem zvolil osvědčený aktoflexový panelový štítek (bílé písmo na černém pozadí) viz obr. 13. Nejprve zhotovíme na pauzovací papír „negativ“ budoucího štítku, a to v měřítku 1:1 podle příslušných kót na předním čele skřínky (obr. 11) podle krycího panelu. Vnější rozměry jsou 168×233 mm. Nejjednodušší je všechny otvory z hotového čela

a krycího panelu na pauzovací papír obkreslit. Aby panel získal na vzhledu, orámuje stupnici, měřidlo, knoflík ladění i celý štítek. Čáry vytáhneme tuší (včetně orámování). Po vymazání pomocných čar si z druhé strany vyznačíme linky pro nápis a obtiskneme písmena nápisů (suché obtisky), popř. nakreslíme nápisu tuší podle šablony.

Provedení je zřejmé z obr. 13. (Na vzorku byl použit otočný přepínač na rozdíl od doporučeného tlačítka Isostat.) Po zhotovení všech nápisů vymažeme pomocné linky na druhé straně. Pauzovací papír (negativ) přiložíme na citlivou vrstvu slabého reflektografického papíru značek: REFLEX-FOMA (ČSSR), DOKUMENT-ORWO (NDR) nebo DOKUMENT-FORTE (MLR). Celek zatižíme skleněnou deskou (na rovinosti přiložení závisí ostromství všech obrysů a písma) a osvítíme. Dobu osvitu musíme vyzkoušet na vzorku papíru (může být podle světla asi 5 až 30 s). Exponovaný papír vyzkoušeme ostře pracující vývojkou, vypereme a dobře ustálíme a znova vypereme. Necháme volně schnout. Mírně vlnký list vložíme mezi dvě skla a zatižíme, aby byl rovný. Získáme černý panelový štítek s výrazně bílými nápisy. Štítek přiložíme na přední čelo skřínky, přes něj přiložíme průhledný krycí panel (dobře očištěný) a na levé straně dvěma rohovými šrouby M3 lehce přitáhneme. Pak přišroubujeme měřidlo. Opatrně vložíme hotové šasi a čtyřmi šrouby M3×8 je sešroubujeme s předním čelem a krycím panelem. Panelový konektor BNC zasuneme do příslušného otvoru a čtyřmi šrouby M2,6 s matkami dobrě přitáhneme. Ovládací prvky opatříme vhodnými knoflíky a dokončíme montáž propojením měřidla, připojením přírubové zásuvky K1 (napájení) a připevněním krytu.

## Měřicí smyčka

Měřicí smyčka rozšíří použitelnost vlnoměru: umožní odebírat v energii z obvodů a míst obtížně přístupných. Je výhodné, aby byla smyčka výmenná; použijeme proto souosý konektor. Nejvhodnější je konektor BNC 75 Ω. Vzhledem k tomu, že málokdo bude mít možnost si jej koupit, jsou v obr. 28 konstrukční podklady k jeho zhotovení s úpravou pro měřicí smyčku. Je na něm také sestava celé absorpční smyčky vlnoměru. Na obr. 7 je fotografie této smyčky se sousedním kabelem dlouhým 1 m.

## Konektor – zásuvka BNC

Díl 1a na obr. 28 je hrubě opracované těleso konektoru BNC. Do otvoru o Ø 2 mm se stříbrem zapájí (symetricky) mosazný kolík o Ø 2×12 mm; na obě strany by měl přečnívat 1,25 mm. Po zapájení se díl opracuje podle obr. 28 (díl 1b). Po opracování se díl leskle nikluje. Po niklování oceníme plochu méně ofrázovanou do hloubky (viz díl 1b na obr. 28 v řezu).

Do tělesa konektoru (díl 1b) z frézované strany nasuneme vložku (díl 2) až na doraz a z této strany po obvodu provizorně zlepíme malým množstvím Epoxy 1200. Současně z opačné strany zasuneme důmek konektoru (díl 3) a také trochu Epoxy 1200 zajistíme. Po vytváření přípájíme smyčku (díl 4) výrezem k dutince (díl 3) a plnou částí do výrezu v dílu 1. Smyčka je

vysoustružena jako mezikruží (vnější Ø 30 mm, vnitřní Ø 20 mm) z mosazného plechu tloušťky 2 mm. Lupenkovou pilkou vyřízneme příslušnou mezeru. Smyčku postříbříme (min. 10 um) a konec pocinujeme. Po zapájení smyčky zatmelíme spoj pryskyřicí Epoxy 1200 v několika vrstvách (viz obr. 28). Při vytvarování přechodu od konektoru ke snyčce posloužíme jako podmůcka lesklá lepenka. Konečný vzhledný tvar získáme osmirkováním; celek natřeme černou acetónovou barvou (kromě funkční části konektoru!).

### Kontrola činnosti přístroje

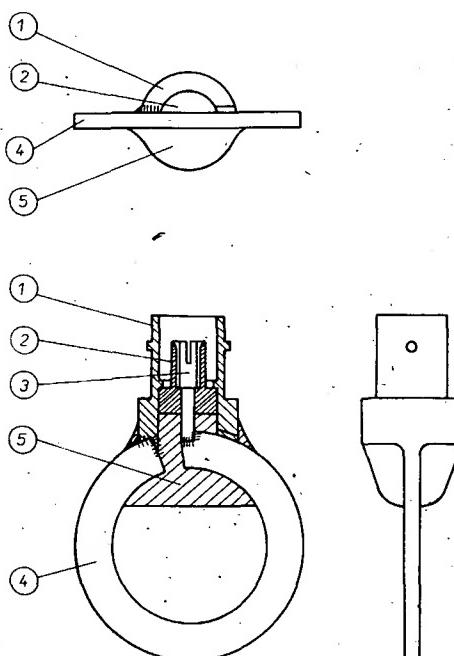
Na hotovém absorpčním vlnoměru provedeme několik zkoušek. Nejprve připojíme napájecí zdroj (4,5 V) a zkontrolujeme funkci zesilovače. Prepinač „CITLIVOST“ přepneme z polohy „0“ do polohy „1“ („1-ZAP“). Při otáčení knoflíkem potenciometru „NULA“ se musí ve stejném směru měnit výchylka ručky měřidla, přičemž novou výchylku ručky by měla být při střední poloze knoflíku. Pak zesilovač vypneme – přepneme prepinač „CITLIVOST“ zpět do polohy „0“. „VSTUP“

vlnoměru „75 Ω“ propojime souosým kabelem s generátorem a kalibrátorem (popř. s čítačem) a zkontrolujeme cejchování, počínající 200 MHz až do 900 MHz; nejprve bez zapnutí zesilovače. Kmitočty by měly souhlasit s kmitočty cejchovanými. Prepinač „CITLIVOST“ na vlnoměru přepneme do polohy „1“ („1-ZAP“) a nastavíme potenciometrem „NULA“ nulu na měřidle. Zmenšíme výstupní úroveň signálu z generátoru tak, aby výchylka ručky při rezonanci byla 50 % až 75 % délky stupnice měřidla. Zkontrolujeme znovu všechny kmitočty; kmitočet by měl opět souhlasit. Případné odchylyky by měly být menší než 0,5 %. Nyní odpojíme od vstupu generátoru, na výstupní kabel generátoru připevníme provizorní snyčku, podobnou snyčce vlnoměru podle obr. 28. Vlnoměr propojíme souosým kabelem rovněž se snyčkou podle obr. 28. Zvýšme výstupní napětí generátoru, snyčku měřenou a provizorní přiblížme těsně k sobě a vlnoměrem musíme osadit část energie a signál indikovat. Takto proměříme snyčku v celém rozsahu kmitočtů 200 MHz až 900 MHz. Po těchto zkouškách již víme, co můžeme od našeho vlnoměru očekávat a jak nám v praxi poslouží.

Přeji Vám, aby sloužil dobře a spolehlivě.

### Literatura

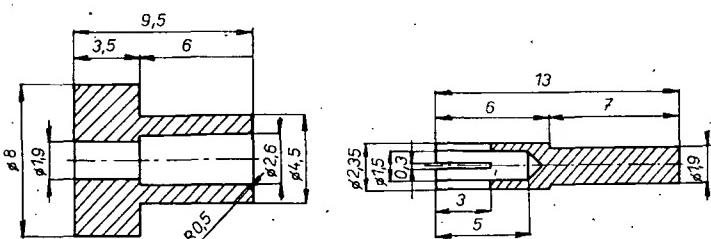
- [1] Mařík, M.: Amatérský vlnoměr pro UVF a SVF. RA č. 12/1946, s. 304 až 307.
- [2] Daneš, L.: Vlnoměr pro UKV. KV č. 7/1950, s. 125, 126.
- [3] Absorpční vlnoměr 245 MHz až 1200 MHz typ 1140 A General Radio Co Cambridge Mass. USA. Experimenter č. 5/1945.
- [4] Megla, G.: Dezimeterwellentechnik. Fachbuchverlag Leipzig 1952, s. 196 až 199.
- [5] UKV vlnoměr pro 130 až 460 MHz. AR č. 12/1952, s. 280.
- [6] Amatérská radiotechnika I. díl. Naše vojsko 1954, s. 358 až 360.
- [7] Votrubec, P.: OK1KCI: Vlnoměr 200 až 435 MHz. AR č. 11/1962, s. 320, 321.
- [8] Bílý, Z.: Tranzistorový voltmetr. AR č. 1/1962, s. 22, 23.
- [9] Šoupal, Z.: Voltohimtranzmetr. RK č. 2/1975, s. 24 a další.
- [10] Šoupal, Z.: Absorpční vlnoměr 4,5 MHz až 300 MHz s velkou citlivostí. AR-A č. 11/1984, s. 412.
- [11] Český, M.: Rádce televizního opraváře. SNTL: Praha 1963; s. 64, 65.



pos.3 připájet k pos.4; pos.4 připájet k pos.1.

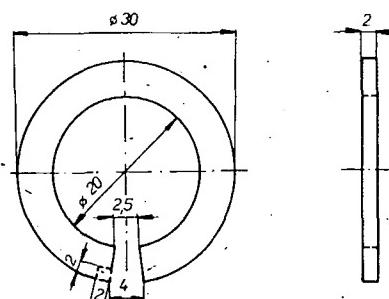
Zatmelit pryskyřicí epoxy 1200 (v několika vrstvách) - pos.5.

Po vytvrzení opravit do vzhledného tvaru. Celé překlopovat černým nitrolakem.



(2) mat: teflon

(3) mat: drát berylliový 2,8 TPC 02-312.3-54 CuBeIV měkký  
úprava: stříbřeno 10 μm, vytvrdit asi na 300° Brinella.



(4) mat: mosazný plech tl. 2mm  
úprava: stříbřeno 10 μm

Obr. 28. Měřicí snyčka, sestava a jednotlivé části

# JEDNODESKOVÝ MIKROPOČÍTAČ BOB-85

Ing. Josef Kratochvíl

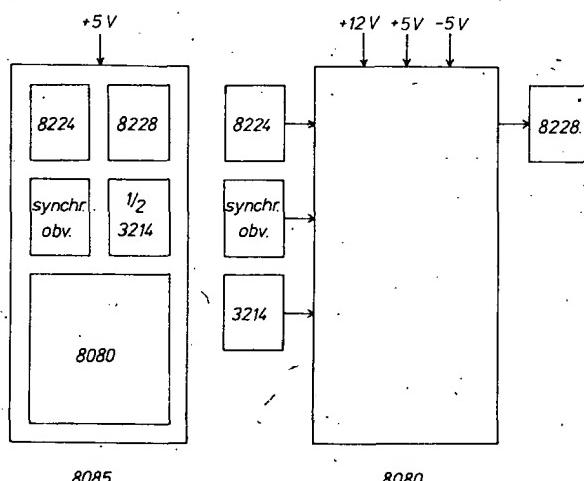
V AR, ST i na stránkách zahraničních časopisů se v posledních letech objevuje řada publikací o mikroelektronice. Také tento článek by měl přinést některé zajímavé poznatky z tohoto prudce se rozvíjejícího oboru. Námětem článku je popis a stavební návod nejen pro jednodeskový mikropočítač BOB-85 s mikroprocesorem 8085, ale i pro celou sestavu potřebnou pro komunikaci s mikropočítačem, klávesnicí, displejem a napojení na páskový nebo cívkový magnetofon. Na závěr jsou uvedeny příklady použití mikropočítače.

## 1. Úvod

Stavbou mikropočítače jsem chtěl získať praktické zkušenosti s technicky novým řešením v době, kdy čs. obvody pro stavbu mikropočítače nebyly, ještě na trhu. Mikropočítač slouží jako univerzální řídící jednotka pro různá technologická zařízení. Celá sestava je tvořena vlastním mikropočítačem, deskou klávesnice a displeje (obr. 1 na 2. str. obálky), která umožňuje komunikaci uživateli s počítačem, a magnetofonem s příslušným obvodem, který slouží jako vnější trvalá paměť. Různá zařízení, která může počítač řídit, jsou připojitelna přes konektor, který tvoří tzv. multibus. Kromě zařízení je možno připojit přes multibus vnější paměť až do kapacity 60 kB.

Vlastní mikropočítač (obr. 2 na 2. str. obálky) obsahuje paměť PROM 1,5 kB s řídicím programem MONITOR v 6 obvodech 74S287 (0,75 kB, centrální jednotku s mikroprocesorem 8085, paměť RAM (1 kB) pro programy uživatele tvořenou 8 obvodů K565RU2 (čs. ekvivalent je MHB 2102 A), 6 vstupně výstupních portů a skupinu TTL obvodů pro posílení a negaci sběrnic, dekódování adres paměti a portů, oddělení vývodu mikroprocesoru apod.

Deska klávesnice a displeje je na obr. 3. (na 2. str. obálky). Připojuje se k mikropočítači přes konektor se 46 vývody. Na desce je umístěna klávesnice zhotovená z mikrospínáčů. Signály z mikrospínáčů jsou zpracovány dekódem. Displej tvoří 6 sedmisegmentových zobrazovacích prvků LQ410. Provoz displeje je statický, kódování čísel pro displej je řešeno softwarově a není tedy třeba používat převodníky.



Obr. 4. Porovnání mikroprocesoru 8085 a 8080

podstatně zjednodušil celý návrh mikropočítače. Z tabulky 1. je zřejmé, že stavba mikropočítače s mikroprocesorem 8085 je podstatně jednodušší a vyžaduje velmi málo součástek (v [8] se uvádí 3 IO s pamětí ROM 1 kB a RAM 256 bajtů).

Velmi výhodné, zejména pro jednodeskový mikropočítač, je i napájení 5 V. Není vyžadován žádný složitější nebo speciální zdroj (možnost napájení z baterie). Sériový vstup a výstup se velmi osvědčil při pripojení magnetofonu.

## 3. Výběr dalších obvodů mikropočítače

Centrální jednotku mikropočítače (CPU) tvoří pouze jeden mikroprocesor 8085 s několika TTL obvody pro posílení a oddělení sběrnic a vývodu mikroprocesoru. Další velmi důležitou částí mikropočítače je paměť. Pevná paměť ROM byla navržena s kapacitou 1,5 kB. Zatím zpracovaný řídící program Monitor využívá tuto kapacitu pouze z poloviny. Monitor je pevně naprogramován v 6 IO typu 74S287 s formátem 256x4 bity. Kromě pevné paměti má mikropočítač statickou paměť RAM 1 kB. Paměť slouží pro uložení uživatelského programu. Je tvořena 8 IO ze SSSR K565RU2, které jsou ekvivalentní čs. obvodů MHB 2102A. Jejich formát je 1024x1 bit. Uvedená kapacita obou pamětí se ukázala jako dostačující pro všechny použité aplikace. V případě potřeby je možno připojit vnější paměť až 60 kB.

Přímo na desce mikropočítače bylo realizováno 6 vstupně výstupních portů, které umožní napojení 6 periférních zařízení. Porty jsou realizovány IO typu MH 3216. Kromě těchto obvodů jsou na desce obvody pro adresování, převážně dekódery MH7442.

Důležitou částí mikropočítače je sběrnice multibus. Na tu sběrnici jsou vypojeny všechny důležité signály. Jsou to zejména negovaná adresová, datová a řídící sběrnice, napájení, vstupy pro přerušení (interrupt), odpojení sběrnic HOLD, činnost mikroprocesoru READY (WAIT), počáteční nulování RESET, sériový vstup a výstup a další. Multibus má signály napojeny pomocí třistavových oddělovacích budičů nebo výstupů s otevřeným kolektorem, nebo se jedná o vstupy. To umožňuje připojení téměř neomezeného počtu dalších desek (paměti, periférií).

## 4. Popis činnosti mikropočítače

### 4.1. Mikroprocesor 8085

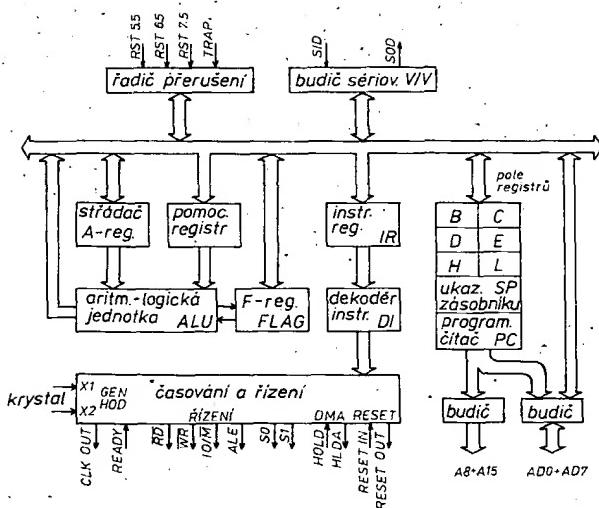
#### 4.1.1 Funkční schéma

Základní vnitřní uspořádání mikroprocesoru 8085 je na obr. 5. Jednotlivé části budou stručně popsány v souhlase s vnitřním uspořádáním. Jsou to:

**Střídač** (A-registr, akumulátor) – je to základní registr mikroprocesoru,

Tab. 1. Srovnání vlastností mikroprocesorů 8080 a 8085

VLASTNOST	8080	8085
hodinový obvod	8224 nutno připojit	
stavový registr	8228 nutno připojit	
řadič přerušení	8214 nutno připojit	
synchronizace RESET	řešit vnitřní pomocí	
READY, HOLD	8224	
sériový vstup a výstup	řešit vně 8251	
napájení	+5 V, +12 V, -5 V	
délka instrukčního cyklu	2 µs	1,3 µs
		> uvnitř mikroprocesoru



Tab. 3. Hexadecimální kód

dek.	H2	H1	hex.	dek.	H2	H1	hex.	dek.	H3	H2	H1	hex.
0		0	Ø	10		1010	A	32		10	0000	2Ø
1		1	11			1011	B					·
2	10	2	12			1100	C	47		10	1111	2F
3	11	3	13			1101	D	48		11	0000	3Ø
4	100	4	14			1110	E					·
5	101	5	15			1111	F	255		1111	1111	FF
6	110	6	16	1	0000	1Ø	256	1	0000	0000	1Ø	·
7	111	7	17	1	0001	11		4095	1111	1111	1111	FFF
8	1000	8	·									·
9	1001	9	31	1	1111	1F						·

přes něj se provádějí aritmetické a logické operace a do něho se také ukládají výsledky operací.

**Registry B, C, D, E, H, L** – jsou registry pro všeobecné použití, mohou pracovat i ve dvojicích B C, D E, H L.

**Pomocný registr** – pomáhá při výpočtech, z uživatelského hlediska není důležitý.

**Aritmeticko-logická jednotka (ALU)** – provádí výpočty podle typu aritmetické nebo logické instrukce.

**Registr F** – registr příznaků, které se nastavují po vypočtené aritmetické nebo logické operaci, příznaky se nastavují podle tabulky 2. Nastavené příznaky dále využívají podmíněné instrukce (podmíněné skoky, podprogramy a návraty z podprogramů).

**Instrukční registr (IR)** – přijme instrukci z vnějšku (mimo mikroprocesor).

**Dekódér instrukcí (DI)** – obsahuje paměť ROM, která dekóduje instrukci a dekodery, které řídí provádění mikroinstrukcí (například podle [10], [9]).

**Programový čítač (PC)** – čítač, který vede program po jednotlivých adresách. Není-li proveden skok, vede směrem k vyšší adrese. Pracuje v tzv. hexadecimálním kódu (viz tabulka 3).

**Ukazatel zásobníku (SP)** – speciální registr, který adresuje část uživatelské paměti tzv. zásobník (zde se ukládají instrukce, data nebo adresy při určitých instrukcích – blíže [2], [3], [7], [9]). Změna adresy v SP je při některých instrukcích prováděna automaticky, nebo ji může provést uživatel.

**Budiče** – jednosměrné nebo obousměrné brány pro adresové a datové sběrnice (skupina vodičů po nichž se vedou adresy a instrukce nebo data, jsou řešeny jako třístavové [7], [9], [10]).

**Radič přerušení** – určuje prioritu (přednost) přerušení a toto přerušení také

Tab. 2. Příznaky F – registru [2], [7], [9]

bit	ozn.	název přízn.	význam
7	S	znaménka nuly	S = 1, je-li 7. bit A – registru roven 1 Z = 1, je-li výsledek operace roven 0
6	Z	–	–
5	–	–	využívá se pouze při instrukci DAA
4	AC	pomocný přenos	–
3	–	–	P = 1, je-li po operaci v A – registru sudá parita
2	P	parity	–
1	–	–	CY = 1, nastane-li při operaci přenos.
0	CY	přenos	–

Tab. 4. Přerušení [4], [8]

ozn. vývodu mikroprocesoru	priorita	skok na adresu
RST 5.5	nejnižší	Ø02CH
RST 6.5		Ø034H
RST 7.5		Ø03CH
TRAP	nejvyšší	Ø024H

Obr. 5. Vnitřní uspořádání mikroprocesoru 8085

Tab. 5. Význam vývodů S1, S2

S1	S2	význam
0	0	stav HALT (zastavení po instrukci HLT)
0	1	probíhá operační cyklus zápis (WRITE)
1	0	probíhá operační cyklus čtení (READ)
1	1	probíhá první operační cyklus vyzvednutí instrukce

odpojené). Tím je umožněn přímý přístup do M (DMA), přičemž mikroprocesor může uvnitř pracovat dál.

\* /IO – zkratka periferie nebo také integrovaného obvodu (je nutno rozlišovat).

#### 4.1.2 Základní pojmy

**Instrukční krok** (cykl) – doba potřebná k vyzvednutí a provedení jedné instrukce. Instrukce může být tvořena 1, 2, 3 bajty (1 bajt = 8 bitů).

**Operační krok** – jedna nebo více period hodinového cyklu. Počet závisí na typu instrukce.

**Hodinový cyklus** – čas mezi dvěma hodinovými impulsy.

**Vyzvednutí instrukce** – vždy první operační krok z jednoho instrukčního cyklu. Činnost probíhá tak, že mikroprocesor vystoupí po adresové sběrnici adresu paměti z níž si přečte instrukci do IR.

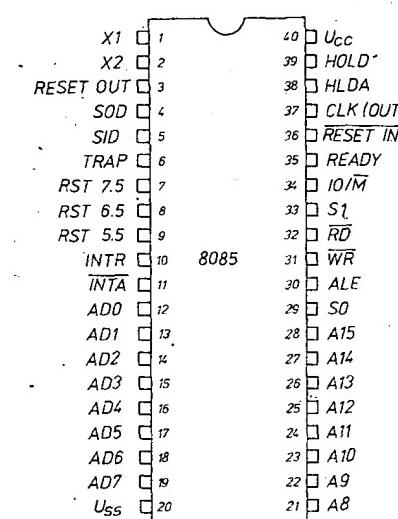
**Čtení** – (read) z paměti nebo periferie (MEM/R, IO/R) – probíhá stejná činnost jako při vyzvednutí instrukce, ale bajt z paměti (M) nebo z periferie (IO) není předán do IR, ale do registru A, případně do jiného registru (podle typu instrukce).

**Zápis** (write) do M nebo IO – (MEM/W, IO/W) – probíhá stejná činnost jako při čtení, ale směr toku dat je opačný.

**Čekání (WAIT)** – je-li M nebo IO pomalá, lze mikroprocesor zastavit signálem WAIT = READY. Po uvolnění WAIT pokračuje mikroprocesor v činnosti.

**Přerušení** (interrupt) – činnost je popsána v čl. 4.1.1. K původní činnosti se mikroprocesor vrací instrukcí návrat (RETURN).

**Stav HOLD** – pomocí signálu HOLD se sběrnice (BUS) adresová, datová i řídící uvedou do stavu velké impedance (třístavová logika [9], [10]) – chovají se jako kdyby byly



Obr. 6. Vývody mikroprocesoru 8085

**S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>** – výstup potvrzující stav mikropočítače.  
**S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>** – signály, podle nichž lze usuzovat na chování mikroprocesoru podle **tabulky 5** (u BOB-85 nevyužito).  
**RD** – třístavový výstup čtení (aktivní při úrovni L).  
**WR** – třístavový výstup zápis (aktivní při úrovni L).  
**READY** – mikroprocesor pracuje při úrovni H, při L je ve stavu WAIT.  
**HOLD** – při úrovni H je mikroprocesor ve stavu HOLD.  
**INTR** – přerušení (jako signál INT u mikroprocesoru 8080 [7], [9]) – u BOB-85 není využit.  
**HLDA** – výstup potvrzující stav HOLD.  
**INTA** – výstup potvrzující přerušení.  
**TRAP, RST 5.5, 6.5, 7.5** – vstupy řadiče prioritního přerušení čl. 4.1.1.  
**RESET IN** – vstup pro počáteční nulování.  
**RESET OUT** – výstup potvrzující příjem signálu RESET.  
**X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>** – vývody pro připojení krystálu generátoru hodin.  
**CLK** – výstup hodinových impulsů ( $f = f_{\text{krystalu}}/2$ ).  
**IO/M** – třístavový výstup určující aktivaci IO nebo M.  
**SID** – sériový výstup do sedmého bitu A – registru při instrukci RIM.  
**SOD** – sériový vstup ze sedmého bitu A – reg. při instrukci SIM.  
**V<sub>cc</sub>** – napájení +5 V.  
**V<sub>ss</sub>** – zem.

#### 4.1.4 Činnost mikroprocesoru

Činnost mikroprocesoru si vysvětlíme na příkladu časového průběhu signálů. Průběhy hlavních signálů jsou na obr. 7. M1, M2, M3 jsou příklady operačních cyklů, z nichž jsou složeny instrukční cykly T1, T2, ..., jsou jednotlivé hodinové impulsy.

Na horní části adresové sběrnice A8 až A15 je adresa po celou dobu operačního cyklu (při práci s periférií její číslo). Na vývodech AD0 až AD7 je v době T 1 dolní adresa adresové sběrnice A0 až A7 (při práci s periférií její číslo), později instrukce nebo data D0 až D7. Signál ALE je aktivní také v době T1. Jeho sekvenciálnou zapisujeme dolní část adresy A0 až A7 do vnějšího tzv. adresového registru. Tam je tato adresa držena po celou zbyvající dobu operačního cyklu, podobně jako horní část adresy na vývodech A8 až A15. Jako adresový registr může sloužit obvod 3212 nebo dvojice 7475 apod. Signál RD je aktivní v době operačního cyklu čtení, kdy vzestupnou hranou zapisuje data nebo instrukci do vnitřního registru mikroprocesoru. Podobně signál WR zapisuje v době operačního cyklu zápis data nebo instrukci z vnitřního registru mikroprocesoru do M nebo IO. Má-li se uskutečnit zápis nebo čtení z M nebo do M (do IO nebo z IO), je dán signálem IO/M. Signály S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub> jsou

vysvětleny v tabulce 5 a mohou být využity jako signály informační, nebo řídící. V době T2 je mikroprocesorem testován vstup READY. Je-li na něm úroveň H, mikroprocesor pracuje dál, při úrovni L přejde do stavu WAIT (činnost mikroprocesoru je zastavena), kde setrvá, dokud se na vstupu READY neobjeví H. Časové průběhy při stavu HOLD a INTERRUPT nejsou pro činnost mikropočítače BOB-85 podstatné a proto se jimi nebude podrobně zabývat. Blíže je možno se s nimi seznámit např. v literatuře [4], [9]. Signály READY, HOLD a vstupy pro přerušení RST 5.5, RST 6.5, RST 7.5, TRAP jsou uvnitř mikroprocesoru synchronizovány s hodinovými impulsy. Tzn., že tyto signály mohou být přivedeny na vstupy kdykoliv a mikroprocesor si je sám přečte v pro něj výhodné době, zpravidla po dokončení započatého operačního nebo instrukčního cyklu.

Činnost mikroprocesoru lze popsát následovně. Po připojení napájecího napětí +5 V (předpokládáme zapojení mikroprocesoru v počítači např. podle obr. 12 s ošetřenými nevyužitými vstupy) by mikroprocesor pracoval v náhodné nekontrolované činnosti. Proto musí nejdříve přijít signál RESET, který nuluje PC (PC = 0000H). Potom probíhá operační cyklus vyzvednutí instrukce z paměti ROM. Instrukce je vyzvednuta z adresy 0000H (první instrukce řídicího programu Monitor) a předána do IR. Prostřednictvím DI je dekódována a provedena. Současně se inkrementuje PC (PC + 1). Další činnost je již řízena podobně další instrukcí.

#### 4.1.5 Stručný přehled instrukcí

Celá problematika programování se většinou učí v několikadenních kurzech programování. Zde v krátkém článku se pouze zmíníme o tom, co je to instrukce, jak se zapisuje do programu, stručně si probereme jejich přehled a ukážeme si krátký program v jazyku symbolických adres Assembleru 8080/8085. Pro studium uvedených programů, zejména programu Monitor, bude zřejmě potřeba hlubší studium např. z literatury [2], [3].

Instrukce je příkaz, který nařizuje mikropočítači, aby vykonal určitou činnost. Jednotlivé instrukce jsou pro každý mikroprocesor pevně stanoveny již při jeho výrobě. Každá instrukce má svůj mnemonický tvar a operační kód. Mnemonický tvar je anglická zkratka, vyjadřující funkční význam povelu, který má mikroprocesor po přijmutí instrukce vykonat. Pomocí mnemonického tvaru zapisujeme program v jazyku symbolických adres. Operační kód je dvojmístné hexadecimální číslo, které je uloženo do paměti jako program. Mikroprocesor si tedy vlastně čte operační kódy instrukcí a tyto si zapisuje do IR. Ty jsou dekódovány DI a podle nich jsou prováděny jednotlivé

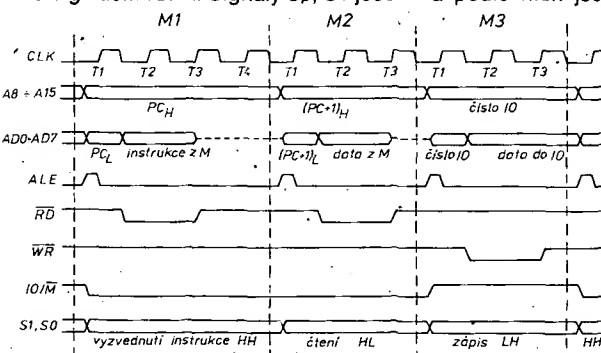
Tab. 6. Konvence pro tabulkou 7

označení	význam
reg	registrová skupina A, B, C, D, E, F, H, L nebo paměť M
data 8	8-bitové hexadecimální číslo
adr 16	16-bitová hexadecimální adresa
dreg	dvojice registrových poloh BC, DE, HL
zař (kód)	8-bitová adresa zařízení číslo zakódované v operačním kódu instrukce
→	přesun
M (adr 16)	obsah M na adrese 16
M (HL)	obsah M na adrese uložené ve dvojici registrových poloh
F	registrový příznak
CY, Z, S, P, AC	příznaky dle tabulky 2
↔	záměna
—	negace
→	rotace vpravo o 1 bit
←	rotace vlevo o 1 bit
A, B, C, D, E, H, L	střadač a ostatní registry
PC	programový čítač
SP	ukazatel zásobníku
V/V	periferie
zá sob	zá sobník
^	logický součin AND
∨	logický součet OR

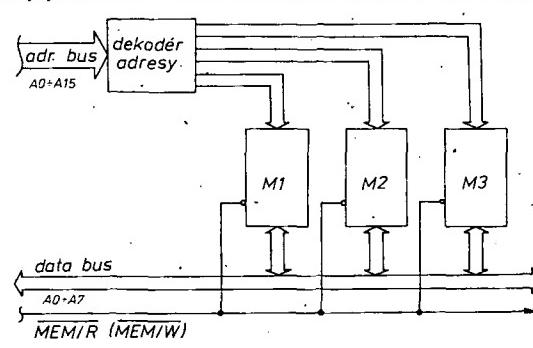
mikroinstrukce. Při zápisu programu do paměti musíme zapisovat jednotlivé operační kódy. Překlad z mnemonického kódu do operačního kódu lze provést vhodným překladačem nebo ručně viz tab. 8. Pro stručný přehled významu jednotlivých instrukcí (tab. 7) si zavedeme určité konvence (tab. 6).

Program v jazyku Assembler 8080/8085 se zapisuje do vhodného formuláře. Jako příklad si uvedeme krátký program pro generování zpoždění (tab. 9).

Instrukce mohou být jedno-, dvoj-, nebo tříslabičné, tzn. že jejich délka je 2, 4, nebo 6 hexadecimálních číslic (8, 16, 24 bitů). Do formuláře se zapisuje vždy jedna instrukce na jeden řádek. Adresu programu rozumíme adresu paměti, na které je uložen program (2000H – 200DH). Operační kód se stanovuje tak, že první slabičku instrukce určíme podle tabulky 8. U dvojslabičných instrukcí se píše druhá slabika (zpravidla operand instrukce) do druhého sloupce pro operační kód. U tříslabičních instrukcí se píše vyšší část operandy nebo adresy (8 významnějších bitů) do třetího sloupce, nižší do druhého sloupce. V programu jsou použita 2 návěsti – CEKEJ a CEK 1. Návěsti slouží k označení určitých míst v programu, na něž se chceme nějakou skokovou instrukcí dostat. Hodnota návěsti je dána adresou, na které je umístěno (CEKEJ = 2000H, CEK 1 = 2005H). Chceme-li provést skok na určité návěsti, je třeba uvést jeho adresu (v tab. 9 instrukce



Obr. 7. Příklad časového průběhu signálů mikroprocesoru 8085



Obr. 8. Zapojení paměti M v mikropočítači

Tab. 7. Význam instrukcí mikropřešorů 8080/8085 (zleva instrukce, význam)

<b>Přesuny:</b>		<b>Skok:</b>	
MOV reg, reg	reg $\leftarrow$ reg	JMP adr16	adr16 $\rightarrow$ PC, skok
MVI reg, data8	reg $\leftarrow$ data8	JC adr16	skok je-li CY = 1
LDA adr16	M (adr16) $\rightarrow$ A	JNC adr16	CY = 0
LDXA dreg	M (B, C (D, E)) $\rightarrow$ A	JZ adr16	Z = 1
LHLD adr16	M (adr16) $\rightarrow$ M, (adr16 + 1) $\rightarrow$ H	JNZ adr16	Z = 0
LXI dreg, data16	data16 $\rightarrow$ dreg	JM adr16	S = 1
STA adr16	A $\rightarrow$ M (adr16)	JP adr16	S = 0
STAX dreg	A $\rightarrow$ M (B, C (D, E))	JPE adr16	P = 1
SHLD adr16	L $\rightarrow$ M (adr16), H $\rightarrow$ M (adr16 + 1)	JPO adr16	P = 0
XCHG	H, L $\leftrightarrow$ D, E		
<b>Součet:</b>		<b>Podprogram:</b>	
ADD reg	A + reg $\rightarrow$ A, mění F	CALL adr16	SP-2 PC $\rightarrow$ zásob., adr 16 $\rightarrow$ PC, skok
ADI data8	A + data8 $\rightarrow$ A, mění F	CC adr16	skok je-li CY = 1
ADC reg	A + CY + reg $\rightarrow$ A, mění F	CNC adr16	CY = 0
ACI data8	A + CY + data8 $\rightarrow$ A, mění F	CZ adr16	Z = 1
		CNZ adr16	Z = 0
		CM adr16	S = 1
		CP adr16	S = 0
		CPE adr16	P = 1
		CPO adr16	P = 0
<b>Rozdíl:</b>		<b>Návrat z podprogramu:</b>	
SUB reg	A - reg $\rightarrow$ A, mění F	RET	SP + 2, PC $\leftarrow$ zásob.,
SUI data8	A - data8 $\rightarrow$ A, mění F	RC	návrat je-li CY = 1
SBB reg	A - reg - CY $\rightarrow$ A, mění F	RNC	CY = 0
SBI data8	A - data8 - CY $\rightarrow$ A, mění F	RZ	Z = 1
		RNZ	Z = 0
		RM	S = 1
		RP	S = 0
		RPE	P = 1
		RPO	P = 0
<b>Inkrement a dekrement:</b>		<b>V/V Instrukce:</b>	
INR reg	reg + 1, mění F kromě CY	IN zař	V/V $\rightarrow$ A
DCR reg	reg - 1, mění F kromě CY	OUT zař	A $\rightarrow$ V/V
INX dreg	dreg + 1		
DCX dreg	dreg - 1		
<b>Převod na dekadický tvar a součet dreg</b>		<b>Řídicí Instrukce:</b>	
DAA	hex. tvar $\rightarrow$ dekadický tvar	EI	povolené přerušení
DAD dreg	dreg + H, L $\rightarrow$ H, L	DI	zákaz přerušení
		HLT	stop
		NOP	prázdná instrukce
<b>Logické operace:</b>		<b>Přerušení a přímý skok:</b>	
ANA reg	reg $\wedge$ A $\rightarrow$ A, mění F CY, AC = 0	RST (kód)	SP-2, PC $\rightarrow$ zásob., kód $\rightarrow$ PC, skok
ANI data8	data8 $\wedge$ A $\rightarrow$ A, mění F, CY, AC = 0	PCHL	PC, skok
ORA reg	reg $\vee$ A $\rightarrow$ A, mění F, CY, AC = 0		
ORI data8	data8 $\vee$ A $\rightarrow$ A, mění F, CY, AC = 0		
XRA reg	reg = A $\rightarrow$ A, mění F, CY, AC = 0		
XRI data8	data8 = A $\rightarrow$ A, mění F, CY, AC = 0		
<b>Komparace:</b>		<b>Instrukce pro práci se zásobníkem:</b>	
CMP reg	A = reg, nemění A, Z = 1, CY = 0 je-li A $\geq$ reg	PUSH dreg	SP-2, dreg $\rightarrow$ zásob.
CPI data8	A = data8, nemění A, Z = 1, CY = 0 je-li A $\geq$ data8	POP dreg	SP + 2, zásob. $\rightarrow$ dreg
<b>Negace a změny CY:</b>		SPHL	H, L $\rightarrow$ SP
CMA	A $\rightarrow$ $\bar{A}$	XTHL	H, L $\leftrightarrow$ zásob.
CMC	CY $\rightarrow$ $\bar{CY}$		
STC	CY = 1		
<b>Rotace:</b>		<b>Sériový vstup/výstup:</b> (pouze 8085)	
RLC	A $\leftarrow$ 1 bit, mění CY	RIM	SID $\rightarrow$ 7. bit A reg.
RRC	A $\leftarrow$ 1 bit, mění CY	SIM	7. bit A reg $\rightarrow$ SOD
RAL	A $\leftarrow$ 1 bit s CY, mění CY		
RAR	A $\leftarrow$ 1 bit s CY, mění CY		

C2 05 20 JNZ CEK 1). Ve sloupci instrukce je uveden mnemonický tvar instrukcí. Ve sloupci komentář může být uveden bližší význam jednotlivých instrukcí. Při tvorbě složitějších programů je vhodné kreslit vývojový diagram.

#### 4.2 Paměti

Další velmi důležitou součástí mikropočítací jsou paměti. Rozlišujeme 2 základní typy. Pevná paměť ROM slouží k uložení řídicího programu Monitor (BOB-85 na adresách 000H – 02FFH), který je trvale zapsán i po vypnutí počítače. Do paměti ROM může být program zapsán již ve výrobě podle požadavků uživatele, nebo si jej může uživatel zapsat do paměti sám pomocí programátora pevných pamětí (např. čl. 12.5). Paměti ROM, které si může programovat sám uživatel se označují PROM nebo EPROM. Program, jednou zapsaný do paměti PROM nelze již vymazat, paměti EPROM vymazat jdou. Bližší informace o těchto pamětech jsou např. v literatuře [9], [11].

Dalším typem paměti v mikropočítací je paměť typu čti – piš, které se v literatuře

uvádějí jako paměti RAM. Tato paměť slouží k uložení uživatelského programu a k uložení zásobníku uživatelského a řídicího programu.

Způsob činnosti paměti v mikropočítaci si vysvětlíme podle obr. 8. Podle typu M je v souhlase s obr. 7 nejdříve přivedena adresa (přes dekodér nebo bez podle způsobu adresování příslušného typu M). Ta adresuje příslušný bajt v M. Při čtení je aktivován signál MEM/R, tím se na datové sběrnici objeví obsah M z naadresovaného místa v M. Vzestupnou hranou signálu MEM/R si mikropočítací uloží obsah M do některého svého registru (podle typu instrukce). Při zápisu (pouze paměti RAM) jsou přivedena data, která chceme zapsat do M na datovou sběrnici. Dále je aktivován signál MEM/W, jehož vzestupnou hranou jsou data zapasána do M na adresované místo (původní obsah je přepsán).

#### 4.3 Periférie

Periférií (IO) rozumíme zařízení, které je řízené mikropočítacem. Může to být například snímač děrné pásky, tester inte-

grovaných obvodů, programátor pevných pamětí, různá signalační a technologická zařízení apod. Do IO lze data psát nebo lze z IO data číst podobně jako u M. Rozdíl je pouze v adresování. IO je adresována osmibitovou adresou (číslo zařízení) uloženou přímo ve dvojslabičné instrukci. Jedná se o instrukce IN zař. (pro čtení z IO) a OUT zař (pro zápis do IO).

V mikropočítací BOB-85 jsou jako periferie napojeny klávesnice a displej. IO jsou napojeny přes t. zv. porty. IO se aktivují signály IO/R, IO/W stejně, jako aktivace M signály MEM/R, MEM/W. Těmito signály říkáme řídicí a mluvíme o řídicí sběrnici. Signály se získávají jednoduchou logickou sítí ze signálů mikropočítace RD, WR, IO/M (viz podrobné schéma mikropočítace BOB-85 obr. 14).

Na základě dosud řečeného si již můžeme nakreslit jednoduché blokové schéma mikropočítace (obr. 9). Mikropočítací je tvořen centrální jednotkou CPU, paměti ROM a RAM a periferiemi IO. Další doplňující obvody jsou vlastně součástí těchto větších skupin. Tyto skupiny jsou propojeny sběrnicemi (adresová, datová a řídicí).

Tab. 8. Abecední seznam instrukcí a jejich operační kódy (zleva instrukce, operační kód, počet slabik) a... A16, d... D8, w... D16

ACI	d	CE	2	CNZ	a	C4	3	JMP	a	C3	3	MOV	D, C	51	1	MVI	E, d	1E	2	RST	4	E7	1
ADC	A	8F	1	CP	a	F4	3	JNC	a	D2	3	D, D	52	1		H, d	26	2		5	EF	1	
B	88	1	CPE	a	EC	3	JNZ	a	C2	3	D, E	53	1		L, d	2E	2		6	F7	1		
C	89	1	CPI	d	FE	2	JP	a	F2	3	D, H	54	1		M, d	36	2		7	FF	1		
D	8A	1	CPO	a	E4	3	JPE	a	EA	3	D, L	55	1	NOP	00	1		RZ	C8	1			
E	8B	1	CZ	a	CC	3	JPO	a	E2	3	D, M	56	1	ORA	A	B7	1	SBB	A	9F	1		
H	8C	1	DAA		27	1	JZ	a	CA	3	E, A	5F	1		B	B0	1		B	98	1		
L	8D	1	DAD	B	09	1	LDA	a	3A	3	E, B	58	1		C	B1	1		C	99	1		
M	8E	1	D		19	1	LDAX	B	0A	1	E, C	59	1		D	B2	1		D	9A	1		
ADD	A	87	1	H	29	1	D		1A	1	E, D	5A	1		E	B3	1		E	9B	1		
B	80	1	SP		39	1	LHLD	a	2A	3	E, E	5B	1		H	B4	1		H	9C	1		
C	81	1	DCR	A	3D	1	LXI	B, w	01	3	E, H	5C	1		L	B5	1		L	9D	1		
D	82	1	B		05	1	D, w		11	3	E, L	5D	1		M	B6	1		M	9E	1		
E	83	1	C		OD	1	H, w		21	3	E, M	5E	1	ORI	d	F6	2	SBI	d	DE	2		
H	84	1	D		15	1	SP, w		31	3	H, A	67	1	OUT	d	D3	2	SHLD	a	22	3		
L	85	1	E		1D	1	MOV	A, A	7F	1	H, B	60	1	PCHL	E9	1	SIM		30	1			
M	86	1	H		25	1	A, B		78	1	H, C	61	1	POP	B	C1	1	SPHL		F9	1		
ADI	d	C6	2	L		2D	1	A, C		79	1	H, D	62	1	D	D1	1	STA	a	32	3		
ANA	A	A7	1	M		35	1	A, D		7A	1	H, E	63	1	H	E1	1	STAX	B	02	1		
B	A0	1	DCX	B	0B	1	A, E		7B	1	H, H	64	1	PSW	F1	1	D	12	1				
C	A1	1	D		1B	1	A, H		7C	1	H, L	65	1	PUSH	B	C5	1	STC		*37	1		
D	A2	1	H		2B	1	A, L		7D	1	H, M	66	1	D	D5	1	SUB	A	97	1			
E	A3	1	SP		3B	1	A, M		7E	1	L, A	6F	1	H	E5	1	B	90	1				
H	A4	1	DI		F3	1	B, A		47	1	L, B	68	1	PSW	F5	1	C	91	1				
L	A5	1	EI		FB	1	B, B		40	1	L, C	69	1	RAL	17	1	D	92	1				
M	A6	1	HLT		76	1	B, C		41	1	L, D	6A	1	RAR	1F	1	E	93	1				
ANI	d	E6	2	IN	d	DB	2	B, D		42	1	L, E	6B	1	RC	D8	1	H	94	1			
CALLa	CD	3	IHR	A	3C	1	BE		43	1	H, L	CC	1	RET	C9	1	L	.95	1				
CC	a	DC	3	B		04	1	B, H		44	1	L, L	6D	1	RIM	20	1	M	96	1			
CM	a	FC	3	C		0C	1	B, L		45	1	E, M	6E	1	RLC	07	1	SUI	d	D6	2		
CMA	2F	1	D		14	1	B, M		46	1	M, A	77	1	RM	F8	1	XCHG		EB	1			
CMC	3F	1	E		1C	1	C, A		4F	1	M, B	70	1	RNC	DO	1	XRA	A	AF	1			
CMP	A	BF	1	H		24	1	C, B		48	1	M, C	71	1	RNZ	CO	1	B	A8	1			
B	B8	1	L		2C	1	C, C		49	1	M, D	72	1	RP	FO	1	C	A9	1				
C	B9	1	M		34	1	C, D		4A	1	M, E	73	1	RPE	E8	1	D	AA	1				
D	BA	1	INX	B	03	1	C, E		4B	1	M, H	74	1	RPO	EO	1	E	AB	1				
E	BB	1	D		13	1	C, H		4C	1	M, L	75	1	RRC	OF	1	H	AC	1				
H	BC	1	H		23	1	C, L		4D	1	MVI	A, d	3E	2	RST	0	1	L	AD	1			
L	BD	1	SP		33	1	C, M		4E	1	B, d	06	2	CF	1	1	M	AE	1				
M	BE	1	JC	a	DA	3	D, A		57	1	C, d	OE	2	D7	1	XRI	d	EE	2				
CNC	a	D4	3	JM	a	FA	3	D, B		50	1	D, d	16	2	D8	1	XTHL		E3	1			

Tab. 9. Ukázka programu pro zpoždění

adresa	operační kód	návěstí	instrukce	komentář
2000	D5		CEKEJ:	PUSH D uložení DE do žásobníku
2001	F5			PUSH PSW uložení AF do žásobníku.
2002	1100F0		CEK1:	LXI D, F000H napihlení DE číslem F000H
2005	1B		DCX D	odečtení 1 od DE
2006	7A		MOV A, D	přesun obsahu D do A
2007	C600		ADI ØH	přičtení ØH k A
2009	C20502		JZN CEK1	SKOK na CEK1 je-li Z = Ø
200C	F1		POP PSW	obnovení původního obsahu AF
200D	D1		POP D	obnovení původního obsahu DE

#### 4.4 Multibus

Pro připojení mikropočítače na další M, IO, případně na další mikropočítače je vhodné využít vývody adresové, datové i řídicí sběrnice, napájení a další signální na společný konektor. Protože jsou tyto signály převážně řešeny jako tristavové, nebo mají výstupy s otevřeným kolektorem, je možné napojit přes tento konektor téměř libovolný počet M nebo IO (počet je dán schopnostmi použitého mikroprocesoru – 8085 může obsluhovat M o kapacitě 64 kB a 256 IO). Způsob propojení, kterému říkáme multibus, je znázorněn na obr. 10. Kromě vnějších M a IO jsou přes multibus připojeny 2 mikropočítače. Oba mohou obsluhovat vnější M i IO. Takož vymětě sestavám říkáme multiprocesorové [9].

#### 5. Základní sestava mikropočítače BOB-85

Celá sestava je tvořena mikropočítačem BOB-85, klávesnicí a displejem pro komunikaci uživateli s mikropočítačem

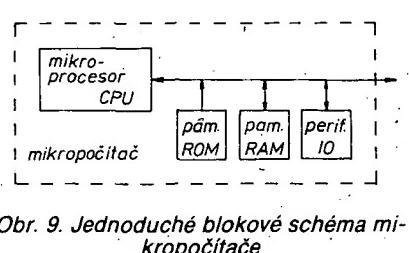
a magnetofonem, který slouží pro trvalé uložení programů a dat. Propojení jednotlivých částí sestavy je na obr. 11. Programy se vkládají do paměti mikropočítače klávesnice a kontrolují se na displeji. Po odhlášení nebo při přerušení práce se nahrají na magnetofon, odkud je možno je kdykoliv vyvolat.

Mikropočítač se osvědčil například při testování integrovaných obvodů, kdy se do paměti RAM nahraje z magnetofonu testovací program pro test příslušného IO. Přes multibus (K1) se připojí periferie (deska s 13 IO.TTL), na níž se do objímky zasune testovaný obvod a program se spustí z klávesnice. Výsledek testu čteme na displeji.

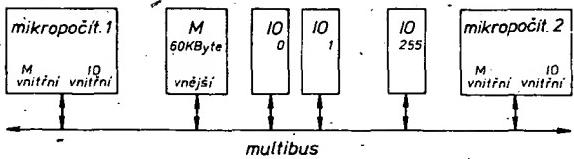
Dále se sestava osvědčila při programování pevných pamětí. Programátor se k mikropočítači připojí přes multibus, z magnetofonu se do paměti RAM nahraje řídicí program pro programátor. Program, který chceme nahrát do pevné paměti, nahrajeme do paměti RAM ze snímače děrné pásky nebo ručně klávesnicí. Program můžeme ještě klávesnicí a displejem prohlédnout. Řídicí program

Tab. 10. Napájení IO BOB-85

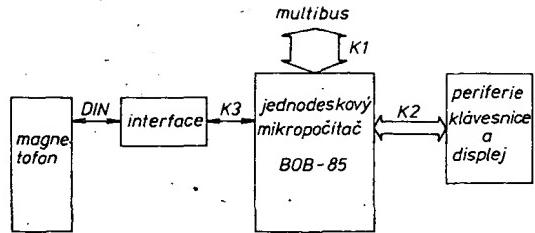
IO	+5 V	zem
3216	16	8
3226	16	8
7475	5	12
7442	16	8
K565 RU2 (1902)	10	9
8085	40	20
74S287	16	8
7400	14	7
7404	14	7
7405	14	7
7420	14	7
7430	14	7
7438	14	7



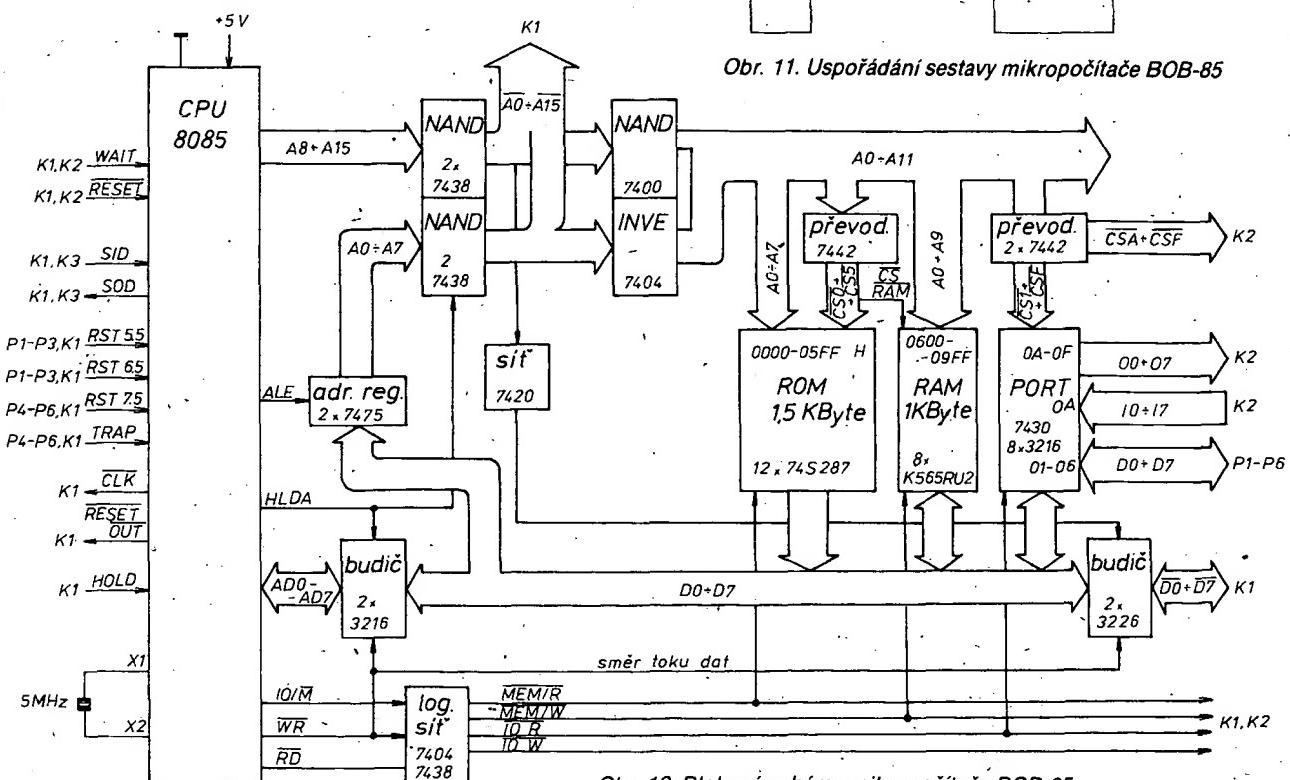
Obr. 9. Jednoduché blokové schéma mikropočítače pro vlastní programování spustíme opět z klávesnice. Zajímavé byly rovněž pokusy s generováním melodií apod. Blíže je o těchto aplikacích pojednáno v kapitole 12. Po prvních zkušenostech se ukazují obrovské možnosti této mikropočítačové sestavy. Lze říci, že pouhou záklém programu (nahráni z magnetofonu trvá asi 20 sekund – 256 bajtů) může počítač pomocí jednoduché desky s interfejsem řídit různá zařízení. Zřejmě není



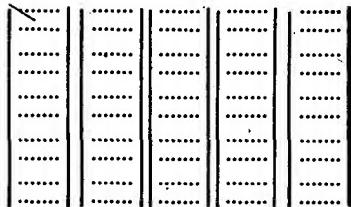
Obr. 10. Možnosti zapojení multibusu



Obr. 11. Uspořádání sestavy mikropočítače BOB-85



Obr. 12. Blokové schéma mikropočítače BOB-85



Obr. 13. Příklad části univerzálního plošného spoje pro IO

daleko doba, kdy se budou i v ČSSR používat jednotné automaty řízené mikroprocesory (jedna deska s malým počtem IO). Tyto automaty budou řídit různá zařízení pouhou zámenou jednoho integrovaného obvodu (paměť ROM), nebo zámenou obsahu paměti. Přitom tyto desky nahradí složité hardwarové řešení s několika styky i tisíci IO. Tím se uspoří nejen na ceně, pracnosti při výrobě a elektrické energii, ale především se zmnohonásobí rychlosť vývoje. Práce vývojových pracovníků se přesune z oblasti hardwarové do oblasti softwarové.

Mikropočítač BOB-85 je klasickou ukázkou, jak lze spořit na počtu součástek (tím i spotřebě elektrické energie, váze zařízení, objemu, ceně apod.). Veškerá zařízení jsou napojena co nejjednodušším způsobem a veškeré řízení je řešeno programově. Příkladem je třeba vypuštění dekódéra displeje (dekódování se provádí softwarově – v Monitoru – podprogram KOD), napojení magnetofonu pouze třemi aktivními součástkami (celá činnost je řízena programem Monitoru MGF), napojení snímače pásky pomocí 4 integrova-

ných obvodů (program SP nahraný na magnetofonu) a další.

Po zkušenostech s užíváním mikropočítače budou ke konci článku uvedena ještě další postupná zjednodušení, která budou zajímatá zejména pro amatéry, neboť se projeví na dalším snížení počtu součástek a tedy i ceně. že se tak nestalo již v době návrhu mikropočítače, je způsobeno tím, že počítač měl být na multibusu ekvivalentní mikropočítači s mikroprocesorem 8080, který je jeho předchůdcem. Proto jsou např. na výstupu adresové a datové sběrnice negovaný, je použit 80-ti vývodový konektor pro multibus apod. Zkušenosti ukazují, že prakticky celá sestava (mikropočítač, klávesnice a displej, interfejs magnetofonu) by se vešla na jednu desku plošného spoje (viz kapitola 13).

## 6. Mikropočítač BOB-85

Blokové schéma mikropočítače je na obr. 12. K1 je konektor multibusu, K2 konektor pro napojení klávesnice a displeje, K3 konektor pro napojení interfejsu magnetofonu. Vývody mikroprocesoru jsou vyvedeny tak, jak byly popsány v čl. 4.1.3. Vyšší byty (A8 až A15) adresové sběrnice jsou negovaný a posíleny obvody NAND (2x7438). Odpojovány mohou být signálem HLDA ve stavu HOLD. Nižší byty (A0 až A7) adresové sběrnice jsou drženy adresovým registrém (2x7438), který je nahráván signálem ALE. Dále jsou zapojeny stejně jako vyšší část adresové sběrnice přes NAND (2x7438). Takto upravená adresová sběrnice je vyvedena na multibus K1. Dále je upravována inver-

tory (7404), obvody NAND (7400) a převodníky (7442) pro adresování M a IO.

Obousměrná datová sběrnice pracuje uvnitř mikropočítače jako pozitivní, mimo jí jako negativní (2x3226). Směr pohybu dat je určen signálem WR, který řídí budiče 2x3216, 2x3226. Také datová sběrnice může být odpojena (přivedena do stavu velké impedance) signálem HLDA. Budič pro výstup negované datové sběrnice (2x3226) je uzavřen při adrese menší než 1000H. Uzavření zajišťuje (1/2 7420).

Rídící sběrnice se signály MEM/R, MEM/W, IO/R, IO/W je získána hradlovou sítí (7404, 7438) ze signálů mikroprocesoru IO/M, WR, RD. Také tato sběrnice je ve stavu HOLD odpojena (výstupy s otevřeným kolektorem jsou ve stavu H), to je zajištěno signály WR, RD ve stavu HOLD. Rídící sběrnice řídí směr toku dat mezi mikroprocesorem a M nebo IO.

Jako pevná paměť je použito 12 obvodů PROM (74S287). Paměť je přístupná na adresách 0000H až 05FFH. Kapacita této paměti je 1,5 kB. V této paměti je na adresách 0000H až 02FFH uložen řídící program Monitor (6x74S287). Adresy 0300H až 05FFH nejsou zatím využity, i když objímky pro IO jsou zapojeny. Zde by měl být později uložen řídící program pro různá technologická zařízení. Jako paměť čti – piš je použito 8 IO typu K565RU2 (čs. ekvivalent je MHB 2102A). Jsou to statické paměti RAM, které dohromady tvoří uživatelskou paměť o kapacitě 1 kB na adresách 0600H až 09FFH. Obě tyto paměti ROM a RAM jsou zapojeny tak, jak bylo popsáno v čl. 4.2.

Periférie je možno připojit přes multibus (je rovněž možno připojit paměť o ka-

pacitě 60 kB od adresy 1000H až po adresu FFFFH), nebo přes 6 portů o číslech 01H až 06H přes konektory P1 až P6. Napojení klávesnice je řešeno jako vstupní port 0AH přes K2 a displeje jako 6 výstupních portů 0AH až 0FH opět přes K2.

Zdrojem hodinových impulsů je v mikroprocesoru zabudovaný krystalem řízený oscilátor. Krystal se připojuje vně. Byl použit krystal 5 MHz, tzn. že mikroprocesor pracuje na kmitočtu 2,5 MHz (viz čl. 4.1.3).

Pohled na mikropočítac BOB-85 je na 2. straně obálky. Funkční vzorek byl realizován na univerzálním plošném spoji (obr. 13). Diody a pasivní součástky jsou pájeny zespodu. Spoje jsou provedeny vodičem U 0,3. Jednotlivé IO jsou umístěny v objímkách, mikroprocesor se 40 vývody má objímkou vyrobenou rozřezáním tří objímek se 14 vývody. Před osazením a ozivováním doporučují důkladně prozkouset všechny spoje na desce bez IO. Protože se jedná o dynamický provoz, je vyhledávaný závady velmi obtížné zejména v amatérských podmínkách. Jako příklad závady mohu uvést, že při ozivování mikropočítace byla zjištěna záměna dvou vodičů adresové sběrnice. Ta se projevovala tím, že mikroprocesor pracoval v nastroj nekontrolovatelným adresách a přitom zjištění této závady trvalo několik dnů. IO do objímek doporučují vložit postupně a současně vždy zkontovalovat jejich činnost. Nejdříve je vhodné vložit IO TTL. Po důkladném zkontovalování činnosti se kontrolují vývody objímek pro paměti a mikroprocesor logickou sondou a voltmetrem. Zde je nutné si vždy uvědomit, jak se chovají nepřipojené vstupy IO, vstupy připojené přes odpor na +5V, vstupy připojené na zem, výstupy ve stavu H a L. Tepře potom se vkládají paměti a mikroprocesor. Při vkládání mikroprocesoru je třeba dodržovat všechny zásady nutné pro práci s IO typu N-MOS, jinak hrozí poškození IO statickou elektroinou. Veškerá tato činnost vyžaduje určité zkušenosti s ozivováním desek s číslicovými IO. Tolik připomínka k ozivování mikropočítace bez zvláštních přístrojů.

Protože je použita univerzální deska s plošnými spoji s otvory pro šestnáctivývodové IO, byly kromě mikroprocesoru použity pouze čtrnácti a šestnácti vývodové IO, přestože by bylo v některých případech cenově i energeticky výhodné použít IO s více vývody:

Například adresový registr 2x7475 lze nahradit jedním IO 3212, budič datové sběrnice 2x3216, podobně porty 01H až 06H, port klávesnice a displeje, dekodér portů 2x7442 obvodem 74154 apod.

Logický zisk IO TTL N = 10, u výkonových členů N = 30, mikroprocesor má N = 2, jak plyně z katalogových hodnot. Z tohoto důvodu je vhodné poslat vstupy mikroprocesoru ve stavu H napětím +5V přes odpor 3,3 kΩ. Nevyužité vstupy mikroprocesoru se ošetří stejně jako u obvodů TTL.

Celkové podrobné schéma mikropočítace je na obr. 14. Signál READY je při činnosti mikropočítace nutno udržovat v úrovni H. Jestliže některý ze vstupů WAIT přejde do stavu H, přejde signál READY do L a činnost mikroprocesoru se zastaví. Signál RESET je aktívní ve stavu L, tím se nuluje PC mikroprocesoru a po jeho přechodu do H začne mikroprocesor pracovat od adresy 0000H. Vstup RESET je zapojen tak, aby po připojení napájení začal mikroprocesor pracovat od adresy 0000H. Vývody SID a SOD jsou sériový vstup a výstup. O nich bude blíže pojednáno při vysvětlování činnosti interfejsu magnetofonu. Vstup HOLD je při

normální činnosti ve stavu L. Je-li převeden do stavu H, odpoji se přes výstup HLDA adresová, datová a řídicí sběrnice a tím je umožněn přímý přístup do vnitřní paměti mikropočítace přes konektor K1. Vstupy RST 5.5, RST 6.5, RST 7.5, TRAP a INTR jsou při normální činnosti mikroprocesoru (není stav HOLD, WAIT, INTERRUPT) ve stavu L. Do stavu H se přivedou, chceme-li provést přerušení. Výstupy RESET OUT, CLK nejsou k činnosti mikropočítace využity, jsou pouze vyvedeny na K1, K3. Krystal je připojen na vývody X1, X2. Signály S0, S1 nejsou využity. Vývody A8 až A15, AD0 až AD7, WR, RD, IO/M slouží jako adresová, datová a řídicí sběrnice. Jejich činnost je popsána v čl. 4. Signál ALE přechází do stavu H pouze v T1 (obr. 7). Jeho sestupná hrana slouží k oddělení nižších bitů adresové sběrnice, které po celou době zbyvající dobu operačního cyklu drží adresový registr (2x7475) IO 6C, 6D. Signály MEM/R, MEM/W, IO/R, IO/W jsou získány hradlovou sítí z IO 3G, 2G. Jako obousměrný budič datové sběrnice slouží IO 6A, 6B (2x3216). Budíce 7A, 7B negují datovou sběrnici mimo mikropočítac. Při adresách menších než 1000H jsou obvody 7A, 7B (2x3226) uzavřeny signálem na jejich vstupu CS, který je aktivován z adresové sběrnice přes hradlo IO 3G. Směr toku dat přes obvody 6A, 6B, 7A, 7B je dán úrovní vstupů DC, ty jsou získány z řídicí sběrnice. Obvody NAND 7C, 7D, 7E, 7F (4x7438) slouží jako posilovače adresové sběrnice. Ta může být přes tyto obvody také odpojena signálem HLDA ve stavu HOLD.

Pro napojení paměti a periférií na desce mikropočítace stačí signály MEM/R, MEM/W, IO/R, IO/W řídicí sběrnice, D0 až D7 datová sběrnice a A0 až A11 část adresové sběrnice. Paměť ROM IO 4F, 4E, 5E, 4D, 5D, 4C, 5C, 4B, 5B, 4A, 5A, (12x74287) je adresována přímo z adresové sběrnice A0 až A7 a signály CS0 až CS5 dekódovanými z adresové sběrnice dekodérem 4H (7442). Čtení z paměti ROM je zajištěno signálem řídicí sběrnice MEM/R. Paměť RAM IO 3C, 3D, 3E, 3F, 2C, 2E, 2F (8xK 565 RU2) je adresována z adresové sběrnice A0 až A9 a signálem CS RAM, který je získán opět dekodérem 4H. Jedná-li se o čtení nebo zápis rozhoduje úroveň signálu MEM/W. Vstupy paměti RAM a výstupy obou typů pamětí jsou připojeny na datovou sběrnici po které probíhá přenos dat.

Na desce mikropočítace jsou zapojeny porty 01H až 06H, IO, 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 1H, 1K, 2H, 2K, 3H, 3K (12x3216). Porty jsou adresovány z adresové sběrnice přes signály CS1 až CS6 z dekodéru 1C (7442). Dále jsou na desce porty pro klávesnici a displej 1E, 1F (2x3216). Také tyto porty jsou adresovány přes dekodér 1D (7442), obvod 1G a hradlo 1H. Adresa této portu 0AH až 0FH je získána z výstupu dekodéru 1D jako signály CSA až CSF. Tyto signály adresují klávesnici přes K2. Směr toku dat z portů do mikroprocesoru a naopak je určen úrovní signálu IO/R. Je-li adresováno vnitřní zařízení port 10H až FFH, nebo vnější paměť, je vstupem CS, IO 1E, 1F (2x3226) přes hradlo z diod blokován vstup dat z portů 00H až 0FH na datovou sběrnici. Tím jsme v podstatě probírali stručně činnost jednotlivých obvodů mikropočítace BOB-85.

Napájení jednotlivých IO uvádí tabulka 10. Uspořádání blokovacích kondenzátorů a diod, která zabraňuje zničení mikropočítace při přepolování napájecího napětí, je na obr. 15. Rozmístění IO a systém značení pozic IO je na obr. 16. Na tomto obrázku jsou také znázorněny jednotlivé

Tab. 11. Signály na vývodech konektoru K1 (multibus) BOB-85

1	0 V	29		57	A0
2	0 V	30		58	AT
3	+5 V	31	CLK	59	SID
4	+5 V	32	RESET OUT	60	SOD
5	+5 V	33		61	RST 5.5
6	+5 V	34		62	RST 6.5
7		35		63	RST 7.5
8		36		64	TRAP
9		37		65	
10	0 V	38		66	HOLD
11	0 V	39		67	D6
12		40		68	D7
13		41		69	D8
14	RESET	42		70	D9
15		43	A14	71	D2
16		44	A15	72	D3
17		45	A12	73	D6
18		46	A13	74	D1
19	IO/W	47	A10	75	0V
20	IO/R	48	A11	76	0V
21	MEM/W	49	A8	77	
22	MEM/R	50	A9	78	
23		51	A6	79	0V
24		52	A7	80	0V
25	WAIT 8	53	A4		
26		54	A5		
27		55	A2		
28		56	A3		

Tab. 12. Signály na vývodech konektoru K2 (klávesnice a displej) BOB-85

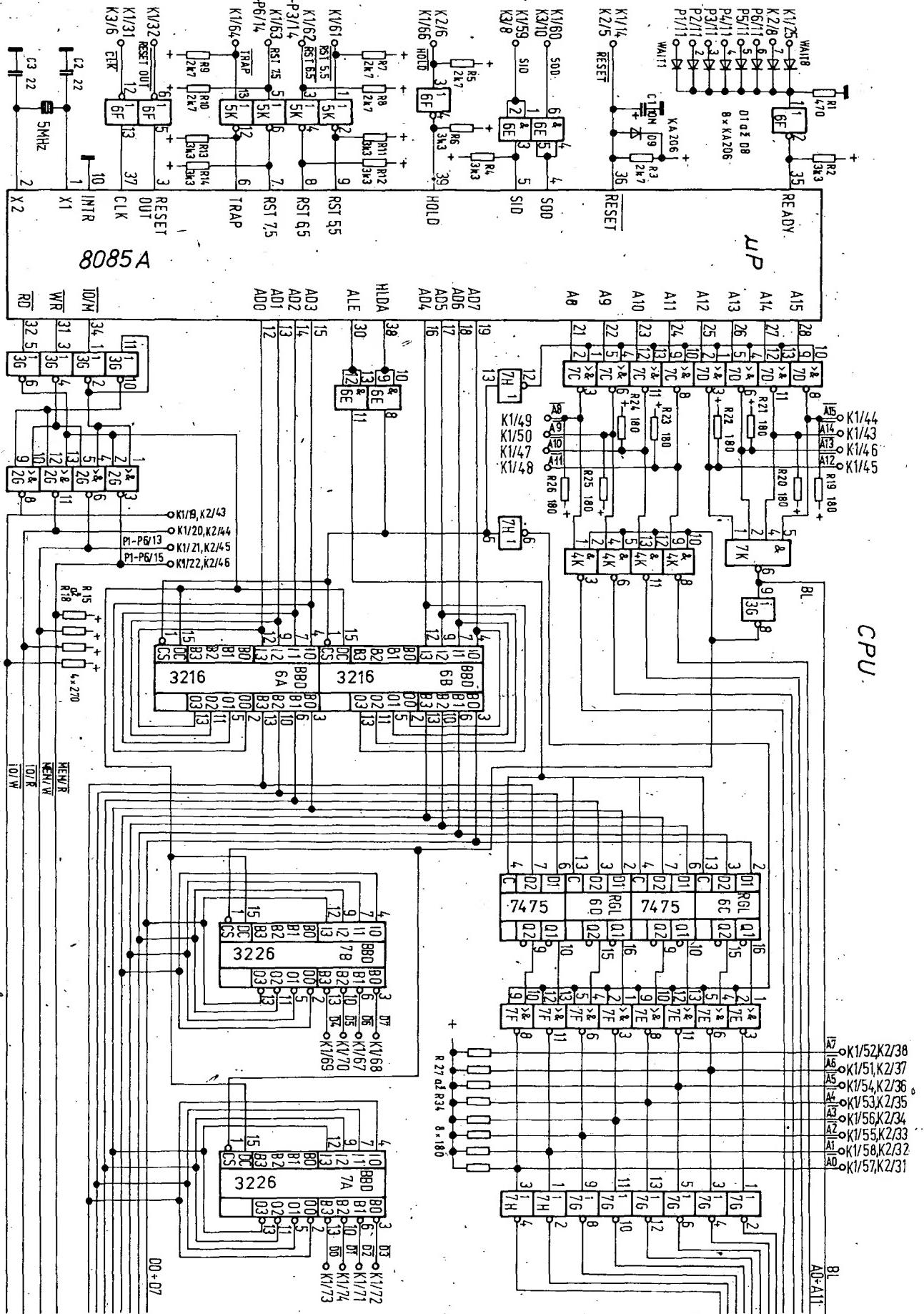
1	0 V	24	O7		
2	0 V	25	CSA		
3	+5 V	26	CSB		
4	+5 V	27	CSC		
5	RESET	28	CSD		
6		29	CSE		
7		30	CSF		
8	WAIT 7	31			
9	IO	32			
10	O1	33			
11	I1	34			
12	O1	35			
13	I2	36			
14	O2	37			
15	I3	38			
16	O3	39			
17	I4	40			
18	O4	41			
19	I5	42			
20	O5	43	IO/W		
21	I6	44	IO/R		
22	O6	45	MEM/W		
23	I7	46	MEM/R		

Tab. 13. Signály konektoru P1-P6 BOB-85

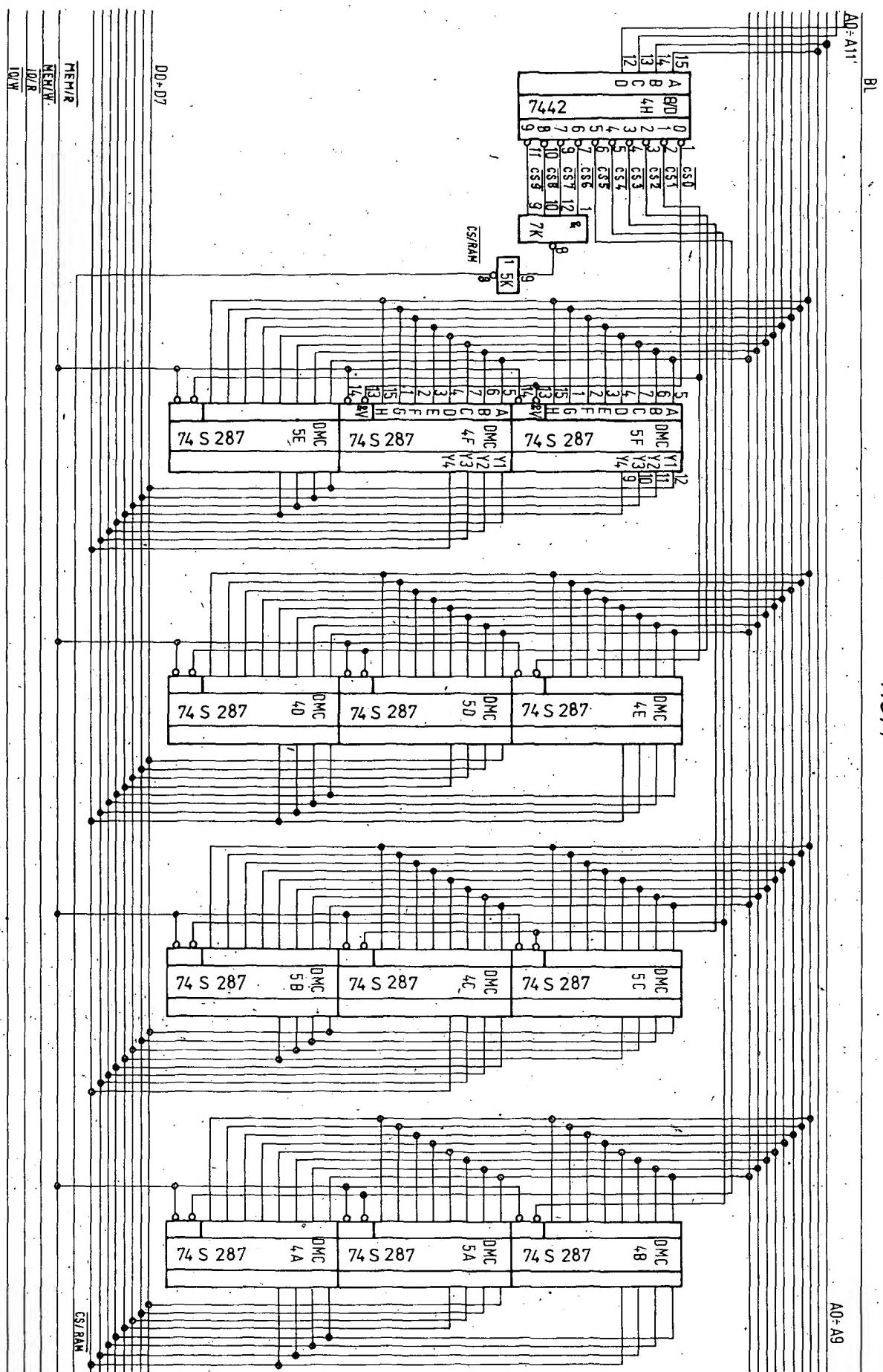
1	0 V		
2	+5 V		
3	D0		
4	D1		
5	D2		
6	D3		
7	D4		
8	D5		
9	D6		
10	D7		
11	WAIT I		
12	CS1		
13	IO/R		
14	RST 6.5		
15	IO/W		

Tab. 14. Signály konektoru K3 BOB-85

1	0 V		
2	+5 V		
3	—		
4	—		
5	0 V		
6	CLR		
7	0 V		
8	SID		
9	0 V		
10	SOD		

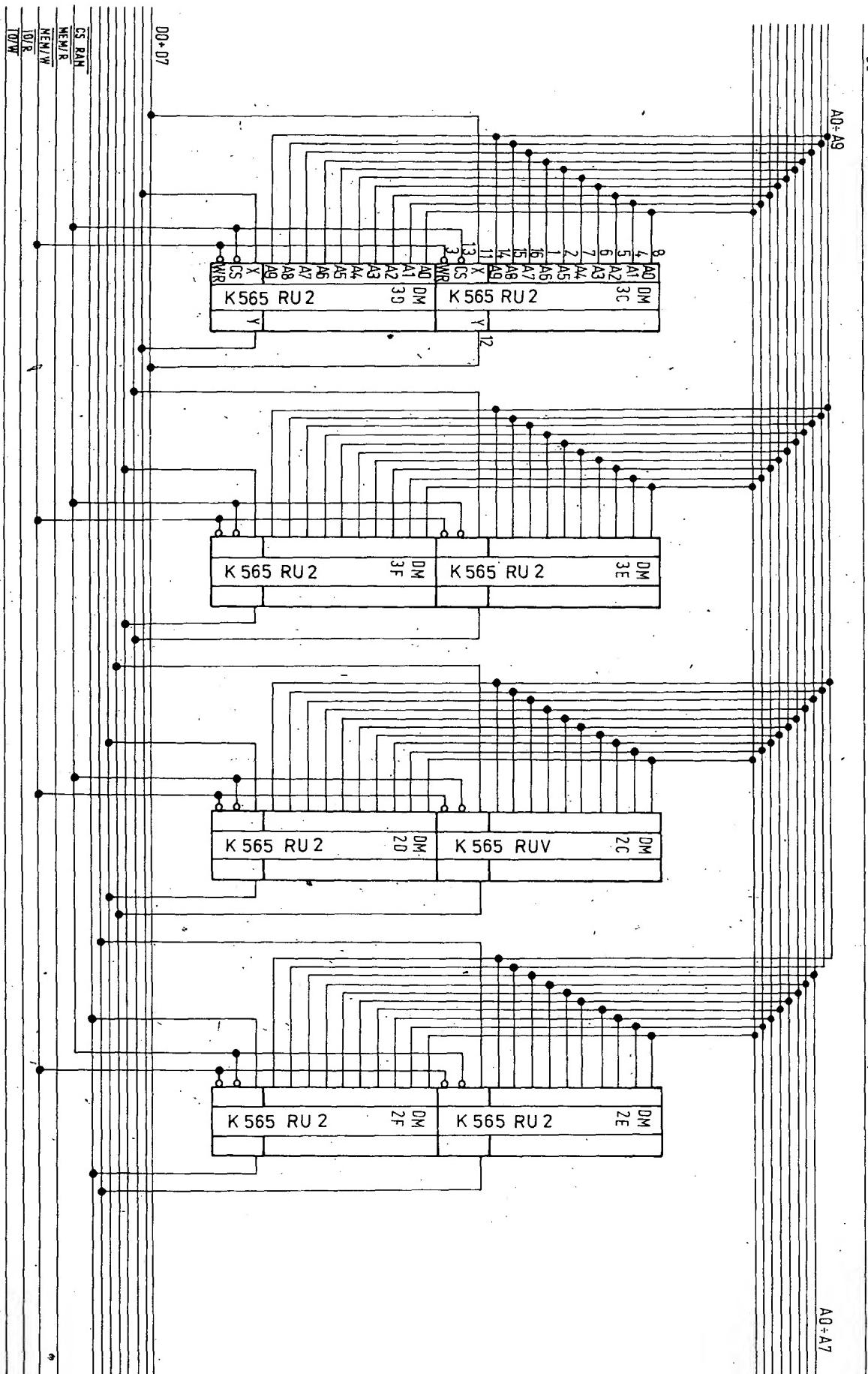


Obr. 14. Schéma mikropočítače BOB-85

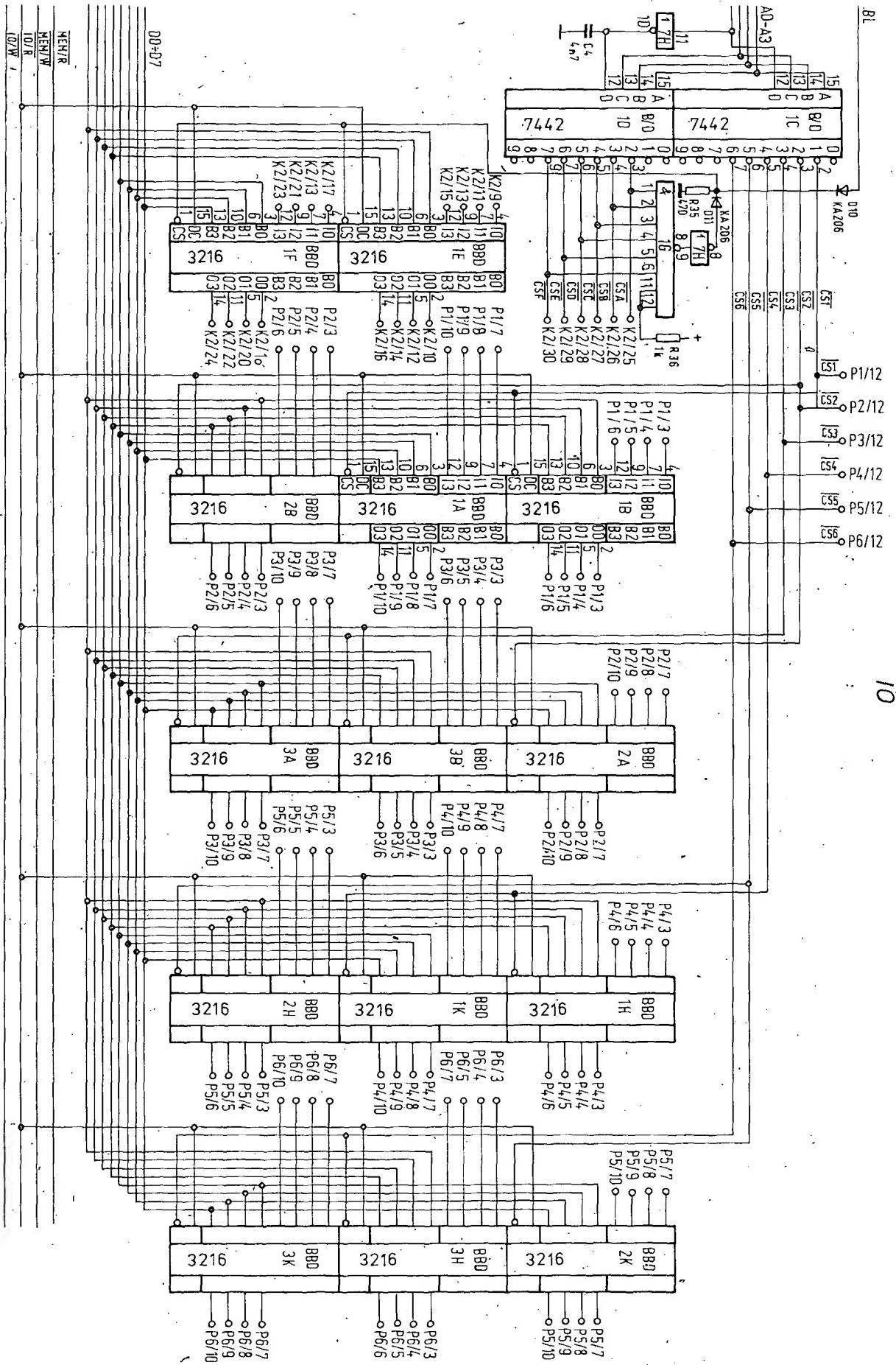


Obr. 14. Schéma mikropočítače BOB-85 – pokračování

RAM



Obr. 14. Schéma mikropočítače BOB-85 – pokračování



Obr. 14. Schéma mikropočítače BOB-85 – pokračování

Tab. 15. Operační kódy programu Monitor a jejich uspořádání v MH 74S287

pozice I0:4F (adresa 00H-FFH)	
3 E 0 3 0 3 F 2 8 8 C 9 0 C 4 0 E F 7 C 9 0 C 6 0 F 6 C 1 0 C F	0 F E C 0 C 0 0 0 C
pozice I0:5F (adresa 00H-FFH)	
1 6 9 E 8 0 B 1 5 0 D 5 1 3 2 0 3 5 E D 5 1 D 7 1 E 0 2 6 0 D 9	0 1 3 9 0 9 0 0 0 D
pozice I0:4E (adresa 00H-FFH)	
0 D 0 D 0 D 0 F C C 7 0 7 C 9 0 C 6 0 F 1 D 2 0 F 6 C 2 0 2 C 0	0 F 3 C 5 0 2 C 0 0 C 6 0 F 7 C C 0 7 F 8 C 9 0 F 4 7 C 6 0 F 1
pozice I0:5E (adresa 00H-FFH)	
C 3 -D 3 E 3 F 1 9 D 6 0 E D 5 1 D 7 1 E 0 A A 1 E 0 2 1 1 3 3 C	1 E 0 2 8 1 B 3 C 1 D 1 1 5 E D E 1 7 1 6 D 5 1 5 7 7 D 7 1 E 0
pozice I0:4D (adresa 00H-FFH)	
C 5 0 C E 0 3 0 D 0 C 6 0 F 5 C 6 0 F 4 C 0 0 C C 0 E C F 0 0 7	E 0 0 F 3 C C 5 0 0 C 2 0 A C 5 0 4 0 3 0 2 0 0 3 0 C F D C 0 0
pozice I0:5D (adresa 00H-FFH)	
2 8 1 D D 0 E 5 3 F D 7 1 E 0 A C 2 E 0 2 A 2 D 5 2 5 D 0 2 0 7	1 4 E A E 0 D C 2 D 2 6 2 F D C 2 E D B 2 3 5 2 1 2 7 3 5 5 6 9

Tab. 16. Seznam součástek mikropočítače BOB-85

## **Integrované obvody**

IO μP	18085 Å	1 ks
IO 5F, 4F, 5E, 4E, 5D, 4D (5C, 4C, 5B, 4B, 5A, 4A)	MH 74S287	6 ks (12 ks)
IO 2C, 2D, 2E, 2F 3C, 3D 3E, 3F	K 565 RU2 (MHB 2102 A)	8 ks
IO 6A, 6B, 1E, 1F (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 1H, 1K 2H, 2K, 3H, 3K)	MH 3216	4 ks (16 ks)
IO (7A, 7B)	MH 3226	(2 ks)
IO 4H, 1C, 1D	MH 7442	3 ks
IO 6C, 6D	MH 7475	2 ks
IO 7C, 7D, 7E, 7F, 2G	MH 7438	5 ks
IO 1G	MH 7430	1 ks
IO 7K	MH 7420	1 ks
IO 6E	UCY 7408	1 ks
IO 7G, 7H, 6F, 5K, 3G	MH 7404	5 ks
IO 4K	MH 7400	1 ks

Diody

D1 až D11	KA 206	11 ks
D12	KZ 260/6V2	1 ks

Kryata

KR 5 MHz (možno nahradit výz text) 1 ks

**Odpory (miniaturní nápl. TR191, 151, 112a)**

R1, R35	470 Ω	2 ks
R2, R4, R6, R11-R14	3,3 kΩ	7 ks
R3, R5, R7-R10	2,7 kΩ	6 ks
R15-R18	270 Ω	4 ks
R19-R34	180 Ω	16 ks
R36	1 kΩ	1 ks

#### **Kondenzátory keramické (miniaturní např. TK754, 774, 794, 724, 744, 783, 755, 795, 725, 745)**

C2, C3	22 pF	2 ks
C12 – C26	68 nF	15 ks
C4	4,7 nF	1 ks

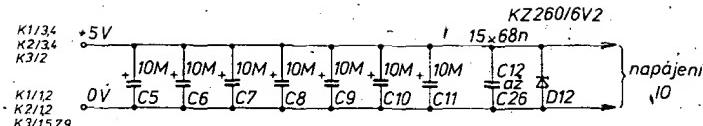
**Kondenzátory elektrolytické (miniaturní minimálně na 6 V např. TE 181-993, TC 972-979)**

C1, C5 – C11      10  $\mu$ F      8 ks

► funkční celky. Jě třeba podotknout, že rozmístění IO na desce plošných spojů není kritické.

Adresování paměti mikropočítače dobré vystihuje obr. 17. Řídicí program je uložen na adresách 0000H až 02FFH. Uživatelská část paměti je na adresách 0600H až 09FFH. V této paměti je pro zásobník Monitoru použito 49 bajtů na adresách 09D3H až 09FFH. Cást paměti od adresy 1000H až FFFFH (60 kB) je možno použít libovolně, nesmíme však přesouvat číslobařice i s negativem.

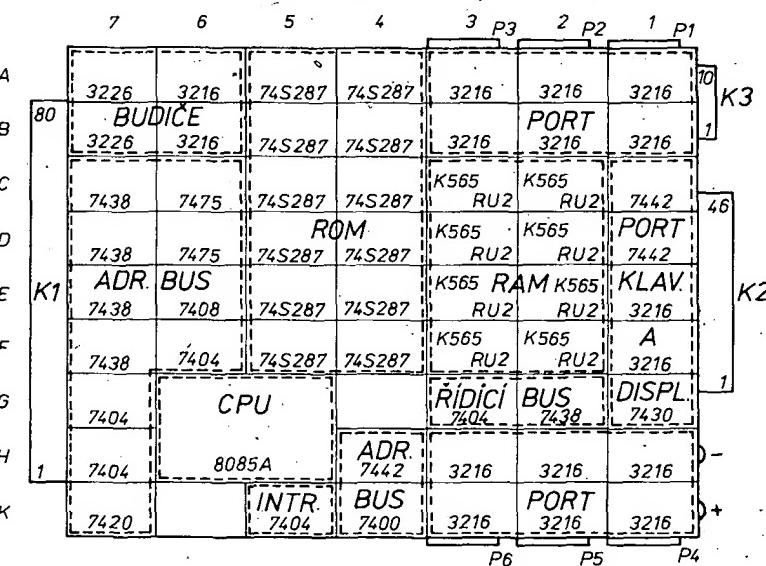
V tomto článku, kde se popisuje konstrukce a zapojení funkčního vzoru mikropočítače BOB-85, se nebudeme detailně seznamovat s řídícím programem Monitor, ale budou uvedeny pouze operační kódy programu tak, jak jsou zapsány do IO 74S287. Operační kódy pro jednotlivé IO jsou uvedeny v tabulce 15. Jejich pořadí je uvedeno vzestupně od adresy 00H až FFH. Jeden operační kód programu Monitor je vždy tvořen dvojicí znaků, přičemž každý znak dvojice je naprogramován v jiném IO. Například první operační



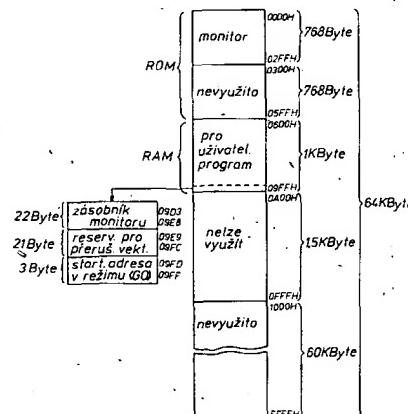
Obr. 15. Uspořádání blokovacích kondenzátorů.

Pozn.: C5 až C11 jsou umístěny na desce tak, aby každý blokoval jednu řadu IO. C12 až C26 jsou přímo na vývodech napájení IO 7B, 6A, 6D, 3A, 1B, 3K, 1H, 1E, 5B, 4E, 3F, 2D, 3E, 2F, 5D.

### *strana součástek*



Obr. 16. Uspořádání IO na desce mikropočítače BOB-85



Obr. 17. Využití paměti BOB-85

ní kód Monitoru je 31 a je umístěn na adrese 00H tak, že 3 je v IO 4F a 1 v IO 5F. Monitor pro řízení klávesnice a displeje je umístěn v IO 4F, 5F, 4E, 5E. Monitor pro magnetofon v IO 4D, 5D. Část Monitoru pro klávesnicu a displej může pracovat samostatně. Část Monitoru pro magnetofon využívá podprogramy z přední části Monitoru a proto nemůže pracovat samostatně.

- Seznam součástek mikropočítače je uveden v tabulce 16.

## 7. Klávesnice a displej

Blokové schéma je na obr. 18. Jedná se o dva vzájemně nezávislé obvody připojené k mikropočítači přes 46 vývodových konektor K2. Oba obvody, tj. klávesnice a displeje, jsou k mikropočítači připojeny jako periférie.

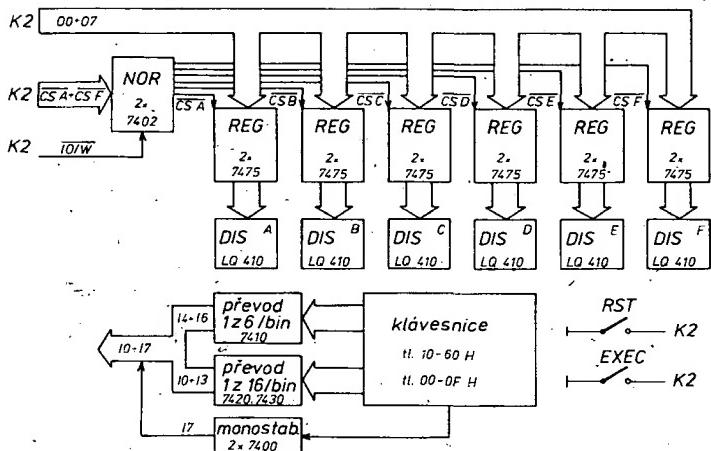
Klávesnice obsahuje 24 tlačítek. Z toho 16 tlačítek generuje 16 čísel v kódu 1 z 16 a převodník je převádí do binárního kódu.

na vodiče 10 až 13. Dalších 8 tlačítek je použito jako příkazových, 2 tlačítka jsou použita přímo pro řízení mikropočítače (RESET) a dalších 6 generuje 6 čísel v kódů 1 až 6, které jsou převedeny převodníkem do binárního kódu na vodiče 14 až 16. Signál pro vodič 17 je generován ze všech 24 tlačítek a upraven monostabilními klopnými obvody. Jestliže mikropočítač čeká na znak z klávesnice, testuje pravě vývod 17 (testování provádí řídící program Monitor). Je-li 17 ve stavu H, je znak přečten, jinak probíhá další testování. Přečtený znak je příkazem, je-li některý z vodičů 14 až 16 ve stavu H, ne-li, jedná se o hexadecimální znak.

Pro napájení displeje kódy zobrazovacích znaků je použito výstupů z mikropočítáče O0 až O7. Tyto signály jsou přivedeny na vstupy šesti osmibitových registrů (2x7475), do nichž jsou zapisovány dekodovanými adresami CS A až CS F. Nahrání provádí řídící signál I/O/W. Výstupy registrů jsou připojeny na sedmisegmentové zobrazovací prvky LQ 410. Signály O0 až O7 nejsou převedeny na kód sedmisegmentových prvků převodníky na desce, ale jsou převáděny ještě před vysláním na displej řídícím programem Monitor.

Podrobné schéma desky s klávesnicí a s displejem je na obr. 19. Spínače klávesnice mají označení 0 až F, 10 až 60 a RESET. Jsou použity miniaturní mikrospínače. Signály z mikrospínačů 0 až F vedou přes převodník 1A, 3A (2x7420), 2A (7430) na K2. RESET je veden na K2 přímo. Při každém stisknutí mikrospínače se přes jeho druhý kontakt přivede úroveň H na vstup monostabilních obvodů, které generují impuls požadované délky. Klávesnice sama mikropočítac nezádá o obsloužení při stisknutém znaku, ale mikropočítac sám čeká až mu klávesnice znak posle (aktivován 17).

Display je připojen přes mezipaměť k datové sběrnici tak, jak bylo vysvětleno na blokovém schématu. Bait z A-registrů



Obr. 18. Blokové schéma desky klávesnice a displeje.

Tab. 17. Kód displeje sestavený podle obr. 19, 20.

značka	tvar	kód displeje		značka	tvar	kód displeje	
		hex.	bin.			hex.	bin.
		7 6 5 4 3 2 1 0				7 6 5 4 3 2 1 0	
0	/	F3	1 1 1 1 0 0 1	P	/	37	0 0 1 1 0 1 1 1
1 ≡ I	/	60	0 1 1 0 0 0 0 0	r	/	05	0 0 0 0 0 0 1 0 1
2 ≡ Z	/	B5	1 0 1 1 0 1 0 1	mez		00	0 0 0 0 0 0 0 0 0
3	/	F4	1 1 1 1 0 1 0 0	J	/	E1	1 1 1 0 0 0 0 1
4	4	66	0 1 1 0 0 1 1 0	U	/	E3	1 1 1 0 0 0 1 1
5 S	/	D6	1 1 0 1 0 1 1 0	Y	/	E6	1 1 1 0 0 1 1 0
6	/	D7	1 1 0 1 0 1 1 1	n	/	45	0 1 0 0 0 1 0 1
7	/	70	0 1 1 1 0 0 0 0	o	/	C5	1 1 0 0 0 1 0 1
8	/	F7	1 1 1 1 0 1 1 1	.	.	08	0 0 0 0 1 0 0 0
9	/	76	0 1 1 1 0 1 1 0	-	-	04	0 0 0 0 0 1 0 0
A	/	77	0 1 1 1 0 1 1 1	?	/	3D	0 0 1 1 1 1 0 1
B	/	C7	1 1 0 0 0 1 1 1	!	/	28	0 0 1 0 1 0 0 0
C	/	93	1 0 0 1 0 0 1 1	/	/	02	0 0 0 0 0 0 1 0
D	/	E5	1 1 1 0 0 1 0 1	//	//	63	0 1 1 0 0 0 1 1
E	/	97	1 0 0 1 0 1 1 1	=	=	94	1 0 0 1 0 1 0 0
F	/	17	0 0 0 1 0 1 1 1	≤	≤	46	0 1 0 0 0 1 1 0
H	/	67	0 1 1 0 0 1 1 1	/	/	25	0 0 1 0 0 1 0 1
L	/	83	1 0 0 0 0 0 1 1	U	U	26	0 0 1 0 0 1 1 0

mikroprocesoru je přímo poslán na displej instrukci OUT XX, kde XX je číslo displeje ØAH až ØFH v pořadí zleva doprava. Pokud chceme zobrazit obsah A-registra na displeji (obsah A-registra má tvar ØXH, kde X je hexadecimální číslo), použijeme nejdříve podprogram KÓD (v Monitoru). Ten překoduje číslo X v A-registrovém režimu na kód displeje (viz tabulka 17). Potom se kód displeje pošle na příslušný displej instrukcí OUT. Chceme-li zobrazit jiný znak než hexadecimální, musíme jeho kód podle tabulky 17 nejdříve zapsat do A-registra a potom jej vyslat na displej instrukci OUT. Kdybychom při řešení interfejsu displeje použili převodník kódů displeje (např. paměť ROM), nebylo by možné zobrazovat jiný znak než hexadecimální.

Seznam součástek desky klávesnice a displeje je v tabulce 18. Uspořádání IO na desce je na obr. 21. Na obr. 20 je nakreslen způsob napojení displeje na datovou sběrnici, což má význam pro stanovení kódu displeje, jehož několik kombinací je ukázáno v tabulce 17. Odporu napojeného na displej jsou umístěny pod displejem, odporu mikrospínáčů jsou umístěny mezi nimi. Opět je použit univerzální plošný spoj a jednotlivé spoje jsou vedeny vodičem U 0,3. Konstrukční řešení vlastní klávesnice je naznačeno na obr. 22. Klávesnice byla popsána bílým propisem o výšce písma 3 mm a přestříkána lakem Pragosorb. Názvy kláves a jejich význam je na obr. 23. Celkový pohled na funkční vzorek je na 2. str. obálky.

Tab. 18. Seznam součástek klávesnice a displeje

#### Integrované obvody

IO 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 2A 2B, 2C, 2D, 2E, 3A, 4A	MH 7475 UCY 7402	12 ks 2 ks
IO 5A, 7A	MH 7420	2 ks
IO 6A	MH 7430	1 ks
IO 6E	MH 7400	1 ks
IO 7E	MH 7410	1 ks

#### Zobrazovací prvky LED

A - F	LQ 410	6 ks
-------	--------	------

#### Mikrospínáče

TL. 10-60, 00 - OF, RST, EXEC	mikrospínáč miniaturní	24 ks
-------------------------------------	---------------------------	-------

#### Odporu (typ jako u BOB-85)

R1-R3, R5 R4, R6, R7, R9, R10, R12, R17	180 Ω 270 Ω	4 ks 7 ks
R8, R11, R13, R14	470 Ω	4 ks
R15, R16	5,6 kΩ	2 ks
R18-R65	150 Ω	48 ks

#### Kondenzátory keramické (typ jako u BOB-85)

C3 C6-C12	1,5 nF 68 nF	1 ks 7 ks
--------------	-----------------	--------------

#### Kondenzátory elektrolytické (typ jako u BOB-85)

C1 C2 C4, C5	2 μF 2 μF 50 μF	
--------------------	-----------------------	--

Tab. 19. Seznam součástek interfejsu magnetofonu:

#### Integrované obvody

IO 1,2 IO 3	MAA 741 UCY 74 123	2 ks 1 ks
----------------	-----------------------	--------------

#### Diody

D1-D3	GA 201	3 ks
-------	--------	------

#### Odporu (typ jako u BOB-85)

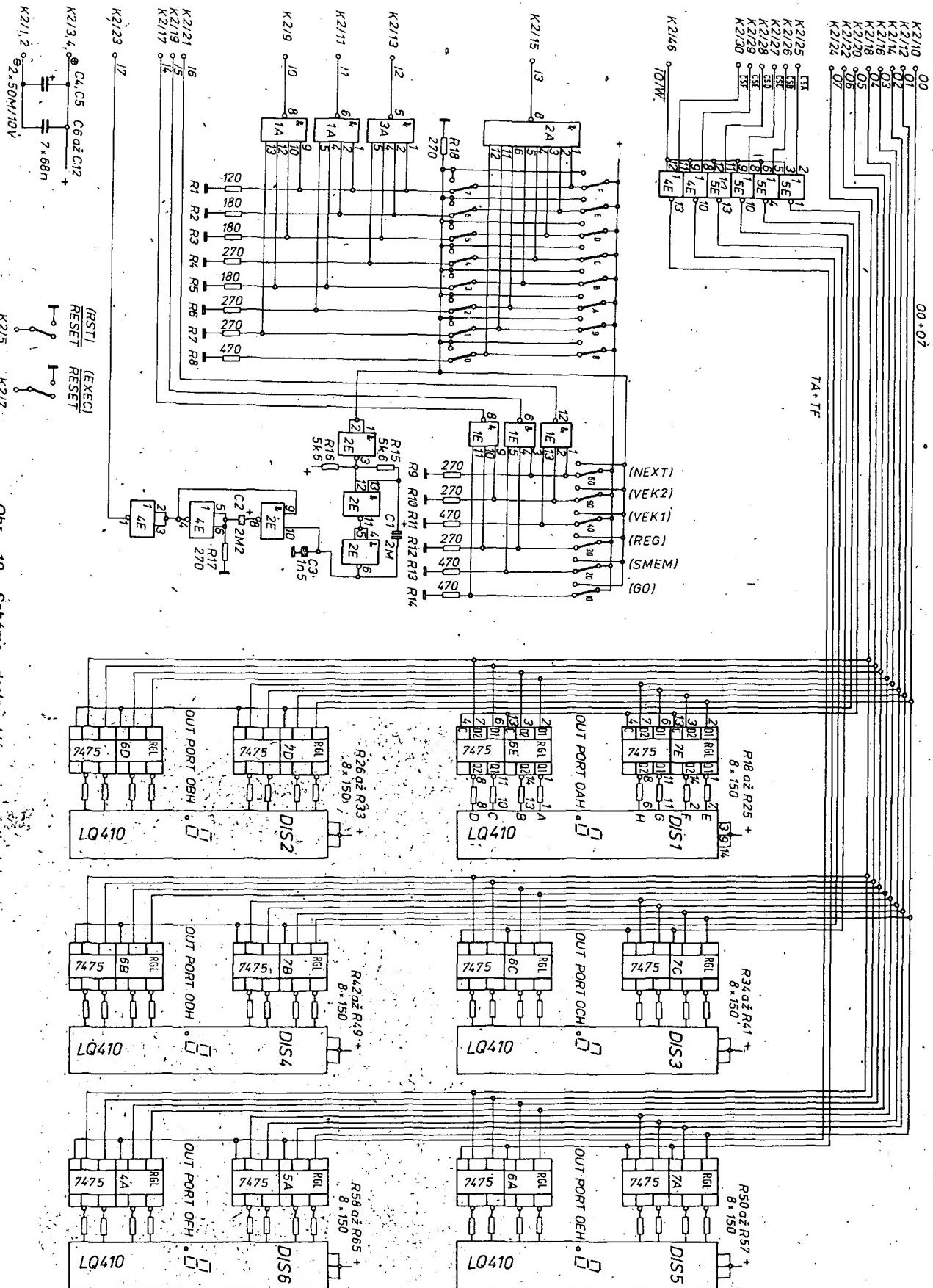
R1 R2 R3 R4 R5 R6, R8 R7 R9 R10 R11 R12 R13 R14	33 kΩ trimr 1 MΩ 3,9 MΩ 0,15 MΩ 270 Ω 10 kΩ 27 kΩ 1,2 kΩ 820 kΩ 680 Ω 3,3 kΩ 68 kΩ 4,7 kΩ trimr	1 ks 1 ks 1 ks 1 ks 1 ks 2 ks 1 ks 1 ks 1 ks 1 ks 1 ks 1 ks 1 ks
---	---	--

#### Kondenzátory keramické (typ jako u BOB-85)

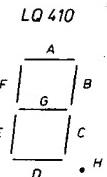
C3, C7 C4 C5	68 nF 0,1 μF 6,8 nF	2 ks 1 ks 1 ks
--------------------	---------------------------	----------------------

#### Kondenzátory elektrolytické (typ jako u BOB-85)

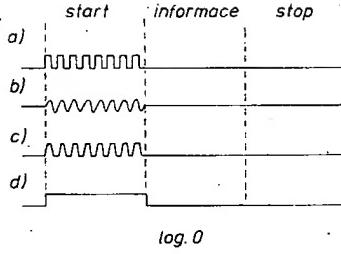
C1, C2	20 μF	2 ks
--------	-------	------



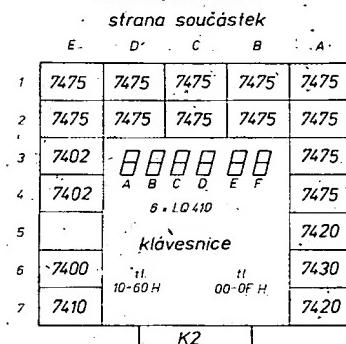
Obr. 19. Schéma desky klávesnice a displeje



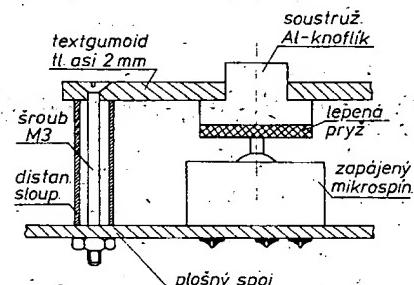
Obr. 25. Časové průběhy jednoho bitu na interfejsu magnetofonu



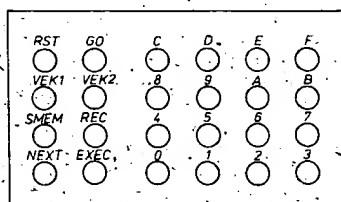
Obr. 20. Připojení segmentů LQ410 na datovou sběrnici



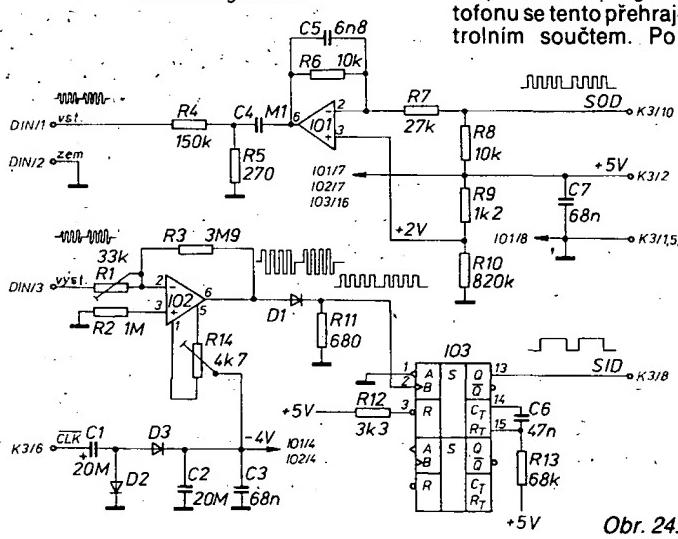
Obr. 21. Uspořádání IO na desce klávesnice a displeje



Obr. 22. Mechanické uspořádání mikrospínačů klávesnice



Obr. 23. Uspořádání a popis klávesnice.  $\phi$  až F je hexadecimální znak, RST je zatím využito pro RESET, EXEC je užito pro RESET, VEK1, VEK2 jsou přerušovací vektory (zatím nepoužity pro skok do programu ale pro magnetofon), S MEM je prohlížení paměti, REC je krok zpět při režimu S MEM a magnetofon.



Obr. 24. Schéma interfejsu magnetofonu.

vypočítá kontrolní součet nahraného programu a ten se porovná s původním. Nejsou-li oba kontrolní součty shodné je signifikovaná chyba, je-li vše v pořádku ohláší se Monitor. K závadě může dojít při přerušení přehrávání, pozdějším spuštěním mikropočítače při zanesené hlavě apod. Při použití kvalitních pásků nebo kazet a troše pozornosti k žádným závadám nedochází.

Seznam součástek interfejsu je v tabulce 19. Podobně jako je využito sériového vstupu a výstupu mikroprocesoru 8085, lze využít některého bitu (nejlépe D7) datové sběrnice mikroprocesoru 8080 a instrukce SIM, RIM v programu MGF nahradit vhodnými podprogramy CALL RIM, CALL SIM. To však již překračuje rámc tohoto článku.

Deska je opět zhotovena na univerzálním plošném spoji jako funkční vzor. K magnetofonu se připojuje přes třípolový konektor DIN a k mikropočítači přes konektor K3.

## 9. Řídící program monitor BOB-85

Celý program je uložen na adresách 0000H až 02FFH v pevné paměti ROM o kapacitě 512 a 256 bajtů. Prvních 512 bajtů slouží ke komunikaci s mikropočítačem prostřednictvím klávesnice a displeje, dalších 256 bajtů řídí interfejs magnetofonu. Zápis programu Monitor BOB-85 v jazyku symbolických adres Assembler 8080/8085 je v tabulce 20.

### 9.1. Řídící program klávesnice a displeje

#### 9.1.1. Začátek programu a identifikace řídícího příkazu

Program začíná od adresy 0000H návěstím RS 0. Část programu na adresách 0000H až 000FH způsobi, že po zapnutí mikropočítače nebo nulování (RESET) se definuje poloha ukazatele zásobníku (LXI, SP 09E6H), umožní se přerušení (EI) a mikropočítač se představí na displeji signifikací 8085 (LXI, H 8085H, CALL ZOBR, CALL POMLK).

Za návěštím RS 2 adresa 0010H – 0023H je podprogram pro tzv. bod zastavení. Použije-li se instrukce RST 2 v programu, program zobrazí na displeji adresu v PC a obsah M na této adrese. Dále čeká program na spuštění tlačítka NEXT. Bod zastavení je vhodné zařazovat do programu při jeho odláďování.

Část programu na adresách 0024H až 003EH je vyhrazena pro odskočení programu na přerušovací vektory. Zatím je tato část nevyužita. Na adrese 0045H je návěští START. Zde čeká program na znak z klávesnice (CALL ZNAK). Po přichodu znaku je tento identifikován a program skáče na speciální programy GO (start od definované adresy), S MEM (prohlížení paměti), VEK 1 a VEK 2 (zatím nevyužity) nebo MGF (magnetofon). Nejdále-li se o příkaz (znak menší než 10H) při identifikaci, je signifikovaná chyba.

Tab. 20. Řídící program MONITOR BOB-85

adresa	oper. kód	návěstí	instrukce	komentář				
0000	31E609	RS 0:	ORG 0000 H LXI SP, 09EH	Příprava				
0003	3EO8		MVI A, 08H					
0005	30		SIM					
0006	FB		EI					
0007	218580		LXI H, 8085H					
000A	CD9501		CALL ZOBR					
000D	C34200		JMP DAL 1					
0010	E3	RS 2:	XTHL	bod zastavení				
0011	E5		PUSH PSW					
0012	7E		MOV A, M					
0013	CD9501		CALL ZOBR					
0016	CD6701	ZAS:	CALL ZNAK					
0019	FE60		CPI 60H					
001B	C21600		JNZ ZAS					
001E	CDF900		CALL TMA					
0021	F1		POP PSW					
0022	E3		XTHL					
0023	C9		RET					
0024	00	TRA:	NOP					
0025	00		NOP	rezervováno pro přerušení				
0026	00		NOP					
0027	00		NOP					
0028	00	RS 5:	NOP					
0029	00		NOP					
002A	00		NOP					
002B	00		NOP					
002C	00	RS 5.5	NOP					
002D	00		NOP					
002E	00		NOP					
002F	00		NOP					
0030	00	RS 6:	NOP					
0031	00		NOP					
0032	00		NOP					
0033	00		NOP					
0034	00	RS 6.5:	NOP					
0035	00		NOP					
0036	00		NOP					
0037	00		NOP					
0038	00	RS 7:	NOP					
0039	00		NOP					
003A	00		NOP					
003B	C9		RET					
003C	00	RS 7.5:	NOP					
003D	00		NOP					
003E	00		NOP					
003F	CDF900	DAL 2:	CALL TMA	pokračování přípravy				
0042	CDDED00	DAL 1:	CALL POMLK					
0045	CD6701	START:	CALL ZNAK	identifikace řídícího příkazu				
0048	FE10		CPI 10H					
004A	DA5801		JC CHYBA					
004D	CA6200		JZ GO					
0050	FE20		CPI 20 H					
0052	CA0901		JZ SMEM					
0055	FE40		CPI 40H					
0057	CA0000		JZ VEK 1					
005A	FE50		CPI 50 H					
005C	CA0000		JZ VEK 2					
005F	C3FE01		JMP MGF					
0062	CD7600	GO:	CALL POM	skok na definovanou adresu				
0065	22FE09		SHLD 09FE H					
0068	F5		PUSH PSW					
0069	3EC3		MVI A, C3 H					
006B	11FD09		LXI D, 09FD H					
006E	12		STAX D					
006F	CDF900		CALL TMA					
0072	F1		POP PSW					
0073	C3FD09		JMP 09FD H					
0076	CD9501	POM:	CALL ZOBR	pomocný podprogram pro				
0079	CD8500		CALL ADR	definování adresy a ukon-				
007C	CD6701		CALL ZNAK	čení definice tl. NEXT (60 H)				
007F	FE60		CPI 60 H					
0081	C25801		JNZ CHYBA					
0084	C9		RET					
0085	F5	ADR:	PUSH PSW	podprogram umožňující				
0086	CDDE00		CALL TEST D	definovat adresu				
0089	CD6101		CALL ROT					
008C	F5		PUSH PSW					
008D	7C		MOV A, H					
008E	CDCE01		CALL POSUV					
0091	67		MOV H, A					
0092	F1		POP PSW					
0093	84		ADD H					
0094	67		MOV H, A					
0095	F1		POP PSW					
0096	CD9501		CALL ZOBR					
0099	F5		PUSH PSW					
009A	CDDE00		CALL TEST D					
009D	F5		PUSH PSW					
009E	7C		MOV A, H					
009F	CD6101		CALL ROT					
00A2	CDCE01		CALL POSUV					
00A5	CD6101		CALL ROT					
00A8	67		MOV H, A					
00A9	F1		POP PSW					
00AA	84		ADD H					
00AB	67		MOV H, A					
00AC	F1		POP PSW					
00AD	CD9501		CALL ZOBR					
00B0	F5		PUSH PSW					
00B1	CDDE00		CALL TEST D					
00B4	CD6101		CALL ROT					
00B7	F5		PUSH PSW					
00B8	7D		MOV A, L					
00B9	CDCE01		CALL POSUV					
00BC	6F		MOV L, A					
00BD	F1		POP PSW					
00BE	85		ADD L					
00BF	6F		MOV L, A					
00C0	F1		POP PSW					
00C1	CD9501		CALL ZOBR					
00C4	F5		PUSH PSW					
00C5	CDDE00		CALL TEST D					
00C8	F5		PUSH PSW					
00C9	7D		MOV A, L					
00CA	CD6101		CALL ROT					
00CD	CDCE01		CALL POSUV					
00D0	CD6101		CALL ROT					
00D3	6F		MOV L, A					
00D4	F1		POP PSW					
00D5	85		ADD L					
0096	6F		MOV L, A					
0097	F1		POP PSW					
0098	CD9501		CALL ZOBR					
00DB	C38500		JMP ADR					
00DE	CD6701	TEST D:	TEST D:	CALL ZNAK				
00D1	FE10			CPI 10 H				
0093	D8			RC				
00D4	33			INX SP				
00D5	33			INX SP				
00D6	33			INX SP				
00D7	33			INX SP				
00D8	33			INX SP				
00D9	33			INX SP				
00DA	C37F00			JMP TEST Q				
00ED	210000			POMLK:	LXI H, 0000 H			
00F0	F5			PUSH PSW				
00F1	3E04			MVI A, 04 H				
00F3	D30E			OUT 0EH				
00F5	D30F			OUT OF H				
00F7	F1			POP PSW				
00F8	C9			RET				
00F9	F5			PUSH PSW				
00FA	AF			XRA A				
00FB	D30A			OUT 0AH				
00FD	D30B			OUT 0BH				
00FF	D30C			OUT 0CH				
0101	D30D			OUT 0DH				
0103	D30E			OUT 0EH				
0105	D30F			OUT 0FH				
0107	F1			POP PSW				
0108	C9			RET				
0109	CD7600			PAMET:	CALL POM			
010C	7E				MOV A, M			
010D	CD9501				CALL ZOBR			
0110	CD6701				CALL ZNAK			
0113	FE10				CPI 10H			
0115	DA2A01				JC DATA1			
0118	FE60				TEST SR:	CPI 60H		
011A	C22101					JNZ ZPET		
011D	23					INX H		
011E	C30C01					JMP PAMET		
0121	FE30					CPI 30H		
0123	C25801					JNZ CHYBA		
0126	2B					DCX H		
0127	C30C01					JMP PAMET		
012A	CD6101					CALL ROT		
012D	F5					PUSH PSW		
012E	7E					MOV A, M		
012F	CDCE01					CALL POSUV		
0132	77					MOV M, A		
0133	F1					POP PSW		
0134	86					ADD M		
0135	CD9501					CALL ZOBR		
0138	F5					PUSH B		
0139	47					MOV B, A		
013A	77					MOV M, A		
013B	CD6701					CALL ZNAK		
013E	FE10					CPI 10H		
0140	DA4701					JC DATA2		
0143	C1					POP B		
0144	C31801					JM TEST SR		
0147	77					MOV M, A		
0148	78					MOV A, B		
0149	CD6101					CALL ROT		
014C	CDCE01					CALL POSUV		
014F	CD6101					CALL ROT		
0152	86					ADD M		
0153	77					MOV M, A		
0154	C1					POP B		
0155	C30C01					JMP PAMET		

0158	21EEEE	CHYBA:	LXI H, EEEEH	podprogram zobrazí EEEE — a předá řízení na identifikaci příkazů		01EF	B5		DB B5H	2	
015B	CD9501		CALL ZOBR			01FO	F4		DB F4H	3	
015E	C34200		JMP DAL1			01F1	66		DB 66H	4	
0161	07	ROT:	RLC	zamění 4 významnější a 4 méně významné bity v A registru		01F2	D6		DB D6H	5	
0162	07		RLC			01F3	D7		DB D7H	6	
0163	07		RET			01F4	70		DB 70H	7	
0164	07		NOP			01F5	F7		DB F7H	8	
0165	C9	ZNAK:	PUSH B	čeká na 1 znak z klávesnice (PORT 0AH)		01F6	76		DB 76H	9	
0166	00		CALL JEDEN			01F7	77		DB 77H	A	
0167	C5		MOV C, A			01F8	C7		DB C7H	B	
0168	CD7D01	VSTUP:	CALL MS3			01F9	93		DB 93H	C	
016F	4F		IN 0AH			01FA	E5		DB E54	D	
016C	CD8601		RAL			01FB	97		DB 97H	E	
016F	DB0A		STC			01FC	17		DB 17H	F	
0171	17		CMC			01FD	00		NOP		
0172	37		RAR			01FE	FE30	MGF:	CPI 30H.		
0173	3F		CMP C			0200	C25801		JNZ CHYBA		
0174	1F		POP B			0203	CDED00		CALL POMLK		
0175	B9		RZ			0206	3E05		MVI A, KOD		
0176	C1		PUSH B			0208	D30F		OUT 0FH		
0177	C8		MOV C, A			020A	CD6701	MGF1:	CALL ZNAK		
0178	C5		MOV C, A			020D	FE50		CPI 50 H		
0179	4F		JMP VSTUP			020F	CA6C02		JZ PM		
017A	C36F01	JEDEN:	IN 0A.H			0212	FE40		CPI 40H		
017D	DB0A		RAL			0214	C20A02	MP:	JNZ MGF1		
017F	17		CMC			0217	CDC502		CALL UVOD		
0180	D27D01		RAR			021A	E5		PUSH H		
0183	3F		RET			021B	CDF002		CALL KS.		
0184	1F		PUSH D	zpoždění asi 3 ms		021E	00		NOP		
0185	C9		PUSH PSW			021F	77		MOV M, A		
0186	D5	MS3:	PUSH D			0220	E1		POP H		
0187	F5		PUSH PSW			0221	04		INR B		
0188	119D01	DC:	LXI D, 019D H			0222	0FEA	MP1:	MVI C, LEADER	LEADER = délka dlouhého tónu	
018B	1B		DCX D			0224	3EC0		MVI A, COH		
018C	7A		MOV A, D			0226	CD5C02	MP2:	CALL OBDEL		
018D	C600		ADI 0 H			0229	0D		DCR C		
018F	C28B01		JNZ DC			022A	C22602		JNZ MP2		
0192	F1		POP PSW			022D	AF		XRA A		
0193	D1		POP D			022E	CD5C02		CALL OBDEL		
0194	C9		RET			0231	4E	MP3:	MOV C, M,		
0195	F5	ZOBR:	PUSH PSW	-zobrazí obsah H, L, A registrů		0232	CD3B02		CALL TAPEO		
0196	D5		PUSH D			0235	23		INX H		
0197	E5		PUSH H			0236	05		DCR B		
0198	CDDDD0		CALL KODNUL			0237	C23102		JNZ MP3		
0198	D30E		OUT 0F H			023A	C7		RST 0		
019D	7A		MOV A, D			023B	F3	TAPEO:	DI		
019E	CD6101		CALL ROT			023C	D5		PUSH D		
01A1	CD0001		CALL KODNUL			023D	C5		PUSH B		
01A4	D30E		OUT 0EH			023E	0609		MVI B, 9H		
01A6	E1		POP H			0240	AF	TO1:	XRA A		
01A7	E5		PUSH H			0241	3EC0		MVI A, COH		
01A8	7C		MOV A, H			0243	CD5C02		CALL OBDEL		
01A9	CDDDD0		CALL KODNUL			0246	79		MOV A, C		
01AC	D30B		OUT 0B H			0247	1F		RAR		
01AE	7A		MOV A, D			0248	4F		MOV C, A		
01AF	CD6101		CALL ROT			0249	3E01		MVI A, 01H		
01B2	CDDDD0		CALL KODNUL			024B	1F		RAR		
01B5	D30A		OUT 0AH			024C	1F		RAR		
01B7	E1		POP H			024D	CD5C02		CALL OBDEL		
01B8	E5		PUSH H			0250	AF		XRA A		
01B9	7D		MOV A, L			0251	CD5C02		CALL OBDEL		
01BA	CDDDD0		CALL KODNUL			0254	05		DCR B		
01BD	D30D		OUT 0DH			0255	C24002		JNZ TO1		
01BF	7A		MOV A, D			0258	C1		POP B		
01C0	CD6101		CALL ROT			0259	D1		POP D		
01C3	CDDDD0		CALL KODNUL			025A	F8		EI		
01C6	D30C		OUT 0CH			025B	C9		RET		
01C8	E1		POP H			025C	1610	OBDEL:	MVI D, CYCNO	vysílání obdélníků přes	
01C9	D1		POP D			025E	30	OB 1:	SIM	výstup SOD podle příkazu	
01CA	F1		POP PSW			025F	E11E		MVIE, HALFCYC	podprogramu MP, TAPEO	
01CB	C9		RET			0261	1D	OB 2:	DCR E		
01CC	00		NOP			0262	C2602		JNZ OB2		
01CD	00		NOP			0265	EE80		XRI 80H		
01CE	57	POSUV:	MOV D, A	významnější 4 bity A registru		0267	15		DCR D		
01CF	0E04		MVI C, 04H	nuluje		0268	C25E02		JNZ OB1		
01D1	37	CYKL:	STC			026B	C9		RET		
01D2	3F		CMC			026C	CDC502	PM:	CALL UVOD	příprava přehrávání z magnetofonu	
01D3	17		RAL			026F	04		PUSH H	do paměti, výpočet	
01D4	0D		DCR C			0270	E5		PUSH B	kontrol. součtu a jeho porovná-	
01D5	C2D101		JNZ CYKL			0271	C5		DCR B	n s původní čeká na dlouhý	
01D8	0F		RRC			0272	0EFA	PM1:	MVI C, LDRCHK	tón a řídí přehrávání	
01D9	0F		RRC			0274	CD8C02	PM2:	CALL VSTUP	definovaného počtu BYTE	
01DA	0F		RET			0277	D27202		JNC PM1		
01DB	0F		RET			027A	0D		DCR C		
01DC	C9		RET			027B	C27402		JNZ PM2		
01DD	CDCE01	KOD NUL:	CALL POSUV	nuluje 4 významnější bity A regis-		027E	C5	PM3:	PUSH B		
01EO	CDE401		CALL KOD	tru a 4 méně významné bity		027F	CD9402		CALL TAPEIN		
01E3	C9		RET	překóduje na kód displeje		0282	71		MOV M, C		
01E4	E5	KOD:	PUSH H			0283	23		INX H		
01E5	21ED01		LXI H, TAB K	překóduje 4 méně významné bity		0284	C1		POP B		
01E8	85		ADD L	A registru na kód displeje		0285	05		DCR B		
01E9	6F		MOV L, A			0286	C27E02		JNZ PM3		
01EA	7E		MOV A, M			0289	C1		POP B		
01EB	E1		POP H			028A	E1		POP H		
01EC	C9		RET			028B	05		DCR B		
01ED	F3	TAB K:	DB F3H	znak 0, tabulka kódů displeje		028C	CDF002		CALL KS		
01EE	60		DB 60H			028F	BE		CMP M		

0290	C25801		JNZ CHYBA			02D0	CDDF02	POCETB:	CALL TEST ZN	podprogram pro definování počtu BYTE
0293	C7		RST 0			02D3	C6101		CALL ROT	
0294	0609	TAPEIN:	MVI B, 9H	přehrávání 1 BYTE z magneto-fonu do paměti		02D6	47		MOV B, A	
0296	1616	TI 1:	MVI D, 16 H			02D7	CDDF02		CALL TESTZN	
0298	15	TI 2:	DCR D			02DA	80		ADD B	
0299	CDBC02		CALL VSTUP			02DB	47		MOV B, A	
029C	DA9802		JC TI 2			02DC	C3D002		JMP POCETB	
029F	CDBC02		CALL VSTUP			02DF	CD9501	TESTZN:	CALL ZOBR	
02A2	DA9802	TI 3:	JC TI 2			02E2	CD6701		CALL ZNAK	
02A5	14		INR D			02E5	FE60		CPI 60H	
02A6	CDBC02		CALL VSTUP			02E7	D1		POP D	
02A9	D2A502		JNC TI 3			02E8	C8		RZ	
02AC	CDBC02		CALL VSTUP			02E9	D5		PUSH D	
02AF	D2A502		JNC TI 3			02EA	PE10		CPI 10H	
02B2	7A		MOV A, D			02EC	D25801		JNC CHYBA	
02B3	17		RAL			02EF	C9		RET	
02B4	79		MOV A, C			02F0	C5	KS:	PUSH B	
02B5	1F		RAR			02F1	AF		XRA A	
02B6	4F		MOV C, A			02F2	84		ADD H	
02B7	05		DCR B			02F3	85		ADD L	
02B8	C29602		JNZ TI 1			02AF	80		ADD B	
02BB	C8		RET			02F5	86	KS1:	ADD M	
02BC	1E16	VSTUP:	MVI E, CKRATE	testování úrovně na vstupu SID, podle příkazů podprogramů PM, TAPEIN		02F6	23		INX H	
02BE	1D		DCR E			02F7	05		DCR B	
02BF	C2BE02		JNZ VST 1			02F8	C2F502		JNT KS1	
02C2	20		RIM			02FB	2F		CMA	
02C3	17		RAL			02FC	3C		INR A	
02C4	C9		RET			02FD	C1		POP B	
02C5	C97600	UVOD:	CALL POM	podprogram pro definování výchozí adresy a počtu nahrávaných nebo přehrávaných BYTE		02FE	C9		RET	
02C9	CDD002		XRA A						END	
02CC	CF900		CALL POCKETB							
02CF	C9		CALL TMA							
			RET							

Poznámka: Seznam pseudoinstrukcí, ani seznam návěsti není uveden.

### ► 9.1.2 Skok do programu

Je-li stisknuto tlačítko GO, pracuje program od návěsti GO (0062H). Nejdříve se na displeji objeví 0000 10 (příkaz číslo 10). Potom program čeká na další znaky. Může to být adresa, která se vypíše na displej (CALL POM). Nebo příkaz NEXT, který vyvolá ztmavnutí displeje (CALL TMA) a skok na adresu, která byla zapsána na displeji.

Program GO používá podprogram POM (0076H). Ten zobrazí obsah H, L, A registrů prostřednictvím podprogramu ADR (0085H). Dále provádí testování je-li znak, který přišel z klávesnice 60H tj. příkaz NEXT oddělovač). Tepřve tímto znakem se dostaneme z podprogramu POM.

Podprogram POM používá podprogram ADR. Ten umožňuje vložení adresy do dvojice registrů HL a současně ji zapiše na displej. Podprogram ADR využívá podprogramy TEST D (00DEH – ten čeká na znak a testuje, jedná-li se o data), ROT (0161H – ten zaměňuje 4 nižší a 4 vyšší bity A-registrů), POSUV (01CEH – ten nuluje 4 vyšší bity A-registrů) a ZOBR (0195H ten zobrazuje na displej obsah H, L, A registrů). O podprogramu ZOBR pojednáme později v čl. 9.1.3. Použitý podprogram ZNAK (0167H) ještě využívá podprogram JEDEN (017DH). Vyskytne-li se v programu podprogram ZNAK, začne mikroprocesor číst z klávesnice (port 0AH). Vždy kontroluje 7 bit (/) přečtený z klávesnice. Je-li / = H, je znak přečten, je-li / = L čte a testuje dále. Je-li znak přečten, je 7. bit vynulován, znova se čte a opět je 7. bit nulován. Jsou-li oba výsledky čtení shodné, je znak přijmut. Tak se kontroluje podprogramem JEDEN správnost přečteného znaku.

### 9.1.3 Prohlížení paměti a zápis programu

Je-li při identifikaci řídícího programu stisknuto tlačítko S MEM, následuje skok na návěstí S MEM (0109H). Díky podprogramu POM se na displeji objeví 0000 20 (příkaz číslo 20) a stejně jako v programu GO se může na displej napsat výchozí adresa. Dále podprogram POM čeká na tlačítko oddělovače NEXT, teprve po něm je POM opuštěn. Následuje zobrazení

obsahu paměti, jejíž místo adresují HL registr (MOV A, M, CALL ZOBR). Dále čeká program na skupinu znaků, které identifikuje. Nyní mohou nastat 4 případy. Přijmuté znaky jsou data (znak <10H), oddělovač (znak = 60H), tlačítko REC (znak = 30H), nebo jiný znak. Jestliže je stisknut jiný znak, objeví se na displeji chyba a program je třeba začít znova tlačítkem S MEM. Je-li stisknut oddělovač NEXT, je připočtena 1 k registrům H, L a následuje skok na návěstí PAMET (010CH), podobně tlačítko REC snižuje obsah registrů H, L o 1. T. zn. že tlačítka NEXT, respektive REC, umožňuje prohlížení obsahu paměti po krocích (jednotlivých adresách od zvolené adresy v podprogramu POM) vpřed (adresa roste), respektive vzad (adresa klesá).

Jedná-li se o data (znak <10H), následuje skok na návěstí DATA 1. Program DATA 1 zapiše a zobrazí obsah 4 předepsaných horních bitů paměti (1 znak) a čeká na další znak. Jedná-li se o NEXT nebo REC, vrací se na návěstí TEST SR (posun H, L registru o 1 vpřed nebo vzad) a dále na návěstí PAMET (tím se celý cyklus prohlížení paměti nebo zápis do paměti může opakovat). Je-li znak přijatý programem DATA 1 (menší než 10H), přechází se na program DATA 2. Tam pracuje stejně jako DATA 1, pouze s tím rozdílem, že zapiše a zobrazí obsah 4 přepsaných dolních bitů paměti (1 znak).

Program S MEM tvoří tedy uzavřenou smyčku, z které se lze dostat jedině tlačítkem EXEC (nulování – funkce RESET).

Program S MEM používá zajímavý podprogram ZOBR. Tento podprogram zobrazí obsah H, L, A registrů na displeji. Nyní se s ním blíže seznámíme. Podprogram začíná návěstím ZOBR (0195H). Nejdříve se uloží obsahy registrů, které potřebuje pro svou činnost, do zásobníku, aby nedošlo k jejich změnění. Dále zapiše kód displeje dolní části (4 nižší bity) A-registrů do A-registrů (CALL KOD NUL) a zobrazí jej na displeji 0F, přičemž původní obsah A registru uložil podprogram POSUV do D – registru. Jestliže chceme zobrazení horní 4 bitů A registru, musíme nejdříve naplnit A-registr původním obsahem (MOV A, D) a zaměnit dolní

a horní 4 bity A-registru (CALL ROZ). Po překódování podprogramem CALL KOD NUL je kód horních 4 bitů A-registrů poslán na displej 0E (OUT 0EH).

Podobně zobrazíme obsahy registrů H, L přes A-registr na displej 0A; OB, OC, OD. Nejdříve je však musíme umístit do A-registru ze zásobníku (POP H, PUSH H).

Nakonec podprogram ZOBR obnoví původní obsah použitých registrů A, D, E, H, L.

Podprogram ZOBR používá podprogram KOD NUL (01DDH), který obsahuje podprogram POSUV (vysvětlen v 9.1.2) a podprogram KOD (01E4H). KOD přepíše obsah dolních 4 bitů A-registrů (vyšší 4 bity A registru rovný 0H) podle tabulky displeje TABK (01EDH) na kód displeje a tento umístí do A-registru.

V programu Monitor jsou použity ještě podprogram MS 3 (0186H – zpoždění asi 3 ms), CHYBA (0158H) zobrazí na displeji EEEE – a předá řízení Monitoru. POMLK (00ED) nuluje H, L registry a zobrazí pomlčky na displejích OE a OF.

### 9.2 Řídící program magnetofonu

Program začíná sice až na adresu 0200H a končí na 02FFH, ale jestliže se na program dostaváme z klávesnice tlačítka REC (recorder), nikoliv prostřednictvím programu GO (skok na adresu 0200H), začíná návěstím MGF na adresu 01FEH. Byl-li při identifikaci řídícího příkazu (čl. 9.1.1) zjištěn příkaz 30 (tlačítka REC) dostává se program na návěst MGF. Určitá nelogičnost v uspořádání testu příkazů je způsobena tím, že magnetofon byl připojen až později a snahou bylo, aby program MGF nepřesáhl délku 256 Byte (celý Monitor v 6 IO typu 74S287).

V programu MGF je nejdříve zaznameňán jeho příjem zobrazením r na displeji. Dále čeká na znak VEK 1 nebo VEK 2 z klávesnice (jiný nepřijme). Podle toho, jaké tlačítko bylo stisknuto je zvolen režim PM (026CH) zápis programu z magnetofonu do paměti nebo MP (0217H), záznam programu z paměti do magnetofonu.

#### 9.2.1 Záznam programu na magnetofon

Program začíná návěstím MP. Podprogram UVOD (02C5H) umožní definovat

pomoci podprogramu POM výchozí adresu a po stisknutí tlačítka NEXT i počet zaznamenávaných bajtů (max. FF). Podprogram KS (02F0H) provede výpočet kontrolního součtu (čl. 11.4) a výsledek ponechá v A-registro. Program MP uloží kontrolní součet za program, který se bude nahrávat na magnetofon.

Na návěští MP 1 (0222H) je definována délka úvodního dlouhého tónu (MVI C, LEADER), dále následuje instrukce určující chování následujícího podprogramu OBDEL (025CH – ten utvoří 8 obdělníkových impulsů ozn. (8× H, L) na výstupu mikroprocesoru SOD (obr. 25) je-li obsah A-registro = C0H, je-li obsah A-registro = 00H, vytvoří na SOD 8× LL – délka úrovň H nebo L je dána konstantou HALFCYC a počet impulsů je dán konstantou CYCNO:2

$$(CYCNO:2 = \frac{10H}{2} = \frac{16}{2} = 8). Celkový počet impulsů dlouhého tónu je tedy LEADER \times CYCNO.$$

Po dlouhém tónu následuje 8× LL (XRA A, CALL OBDEL). Potom již začíná zápis programu z paměti od adresy uložené ve dvojici registrů HL.

Obsah paměti je zapsán do C – registru a podprogram TAPEO (023BH) jej zapiše na magnetické médium. Potom je obsah HL zvyšen o 1 a následuje zápis dalšího bajtu. To pokračuje až do vyčerpání posledního bajtu (počet bajtů v B-registro). Potom se program vraci do Monitoru (RST0).

Nejdůležitější částí programu MP je podprogram TAPEO, který vysílá obsah C-registro na výstup mikroprocesoru SOD. Nejdříve se uloží registry, které TAPEO používá. Každý bajt se vysílá jako 9 bitů (1 bit startovací a 8 bitů nesoucích informaci – bajt). Pro každý bit je volán 3x podprogram OBDEL a pomocí A6 (SOD enable bit) se klíčuje vysílání obdělníkových impulsů (viz obr. 25a). Před návratem z podprogramu TAPEO jsou obnoveny použité registry.

#### 9.2.2 Zápis programu z magnetofonu do paměti

Program začíná návěštím PM. Podprogram UVOD má stejný význam jako v čl. 9.2.1. Po návěští PM 1 již program čeká na dlouhý tón z magnetofonu. To se uskutečňuje prostřednictvím podprogramu VSTUP (02BCH), který čte úroveň signálu na sériovém vstupu mikroprocesoru SID do bitu CY. Teprve jestliže dlouhý tón přijde a skončí, následuje zápis programu z magnetofonu do paměti od adresy a s počtem bajtů definovaným podprogramem UVOD. Příjem jednotlivých bajtů do C-registro zajišťuje podprogram TAPEIN (0294H). Po nahrání celého programu včetně kontrolního součtu je vypočten kontrolní součet (CALL KS) nahraného programu a ten je porovnán s původním. Nejsou-li hodnoty stejné je signalizována chyba, jsou-li stejně předá se řízení Monitoru.

Nejdůležitější částí programu PM je podprogram TAPEIN. Ten vždy přečte 1 bajt (9 bitů jako v čl. 9.2.1) a uloží jej do C-registro. Čtení 1 bitu je založeno na principu odečítání 1 od obsahu D-registrov v případě, že na vstupu mikroprocesoru SID je úroveň H a příčítání 1 do D-registro je-li na SID úroveň L. Byla-li čtena hodnota bitu obr. 25d log. 0, je výsledek odečítání v D-registro číslo větší než 0. Tím se nastaví hodnota sedmého bitu D-registro. D-registr se přehrává do A-registro, kde je posunut o 1 bit vpravo a dále je přehrán do C-registro. Po příchodu všech 9 bitů je v C-registro správná informace a následuje návrat z podprogramu.

### 9.3 Využití podprogramů z Monitoru

Podprogramy z programu Monitor je vhodné používat i v uživatelských programech. Pro jejich použití je nutné znát jejich název, adresu, činnost. Některé podprogramy ničí obsah některých registrů mikroprocesoru, proto je nutné před jejich použitím obsah těchto registrů (pokud jsou v uživatelském programu použity) uschovat např. do zásobníku nebo jiného nepoužívaného registru a po užití podprogramu zase obsah těchto registrů obnovit. Přehled nejpoužívanějších podprogramů Monitoru uvádí tabuľka 21.

### 10. Obsluha BOB-85

Z hlediska programování je důležitá pouze znalost programovacího jazyku, bloková stavba mikropočítače (adresy umístění paměti, registry mikroprocesoru, adresy periférií, zejména klávesnice a displeje), možnosti využití podprogramů Monitoru a obsluha. Pokud by tedy někdo mikropočítač vyrabil, včetně uložení řídicího programu do ROM, mohl by s ním uživatel komunikovat a stačí mu minimální znalosti o jeho stavbě. Protože však hlavním cílem při použití mikropočítače BOB-85 je využití jeho řídící schopnosti, je třeba, aby uživatel byl sám schopen vyvinout a ověřit jednoduché obvody (interfejs), které mohou pomoci řídících programů řídit i poměrně složitá zařízení. O některých způsobech řešení interfejsu bude pojednáno v čl. 12. Tři jednoduché obvody (řízení klávesnice, displeje, magnetofonu) jsme již probrali:

Abychom mohli tato zařízení řídit, musí být pro ně vypracován nejen řídící program, ale musí být popsána i obsluha. Pro jednodušší popis obsluhy minimální sestavy mikropočítače BOB-85 si nejdříve zavedeme určité konvence (viz tab. 22). Obsluhu popisují články 10.1–10.10.

#### 10.1 Uspořádání sestavy a uvedení mikropočítače do provozu

Mikropočítač propojíme s deskou klávesnice a displeje přes konektor K2. Přes konektor K3 připojíme desku interfejsu magnetofonu, k níž je připojen přes konektor DIN magnetofon. Na zdířky mikropočítače, připojíme stabilizovaný zdroj 5V/4A. Po připojení napájecího napětí je mikropočítač automaticky nulován (obvod na vstupu RESET) a začne probíhat řídící program Monitor. Na displeji se mikropočítač představí 0805 — a dále čeká na řídící příkaz <GO>, <SMEM>, <REC> apod. Po stisknutí tlačítka řídícího příkazu se objeví číslo příkazu na displeji 0000 10, 0000 20, 0000 30 apod.

#### 10.2 Prohlížení paměti

1. <S MEM> → 0000 20
2. adresa → adr. 20
3. <NEXT> → adr., data
4. opakujeme bod 3
5. prohlížení ukončíme

<EXEC> → 18085 —

FORMÁT prohlížení paměti <S MEM> adresa <NEXT>, <NEXT> ... <NEXT> <EXEC>

#### 10.3 Zápis programu do paměti

1. <S NEM> → 0000 20
2. adresa → adr. 20

Tab. 21 Některé podprogramy Monitoru mohou být použity v uživatelských programech

Název	adresa	činnost
POMLK	00ED	nuluje H, L registry a zobrazí pomlky v datové části displeje
TMA	00F9	ztmaví displej
CHYBA	0158	zobrazí EEEE — a předá řízení Monitoru
ROT	0161	zamění 4 významnější a 4 méně významné bity v A registru
ZNAK	0167	čeká na 1 znak z klávesnice a ten zapíše do A registru, ničí C, D, F registry
MS 3	0186	čeká asi 3 ms
ZOBR	0195	zobrazí na displeji obsah H, L, A registrů, ničí C-registr
POSUV	01CE	nuluje 4 významnější bity A registru, ničí C, D registr
KOD	014E	zapíše do A registru kód displeje 4 méně významných bitů A registru

Pozn.: ničí registry rozuměj přepíše jejich původní obsah

Tab. 22. Konvence pro popis obsluhy mikropočítače

označení	význam
	záznam na displeji (obsah vypsán uvnitř rámečku)
< >	stisknutí tlačítka (typ tlačítka vypsán uvnitř závorky)
adresa	4 hexadecimální znaky
BYTE	2 hexadecimální znaky
→	z toho plyně (provede se následující apod.)

3. <NEXT> → adr., data  
 4. nová data → adr., nová data  
 5. <NEXT> → adr.+1, data  
 ... (vlastní zápis nových dat při <NEXT>  
 6. opakujeme body 4, 5  
 7. zapisování ukončíme tlačítkem <EXEC> → 18085 —  
 FORMÁT vkládání programu do paměti <SMEM> adresa <NEXT> data <NEXT> data <NEXT> ... data <NEXT> <NEXT>

#### 10.4 Oprava programu

Zjistíme-li při vkládání programu nebo prohlížení paměti chybu, můžeme ji opravit tak, že tlačítkem <REC> se vrátíme o jednu adresu zpět, program opravíme a na původní adresu se vrátíme tlačítkem <NEXT>. Tlačítkem <REC> lze program také prohlížet jako v čl. 10.2, ale pozpátku.

FORMÁT opravy programu při režimu podle čl. 10.2 a 10.3  
 ... <REC> data <NEXT> ...

#### 10.5 Start programu od určité adresy

Používá se při vstupu do uživatelského programu.

1. <GO> → 0000 10
2. adresa → adr. 10
3. <NEXT> → program je odstartován a současně zhasne displej

FORMÁT spuštění programu <GO> adresa <NEXT>

Tab. 23. Program HODINY

adresa	kód	návěst	instrukce	komentář
0700 00	SEK:		ORG 0700H	
0701 00	MIN:		NOP	nastavení sekund
0702 00	HOD:		NOP	minut
0703 00			NOP	hodin
0704 00			NOP	
0705 318007			LXI SP, ZASOB	
0708 210007	SKOK:		LXI H, 0700H	
0708 7E			MOV A, M	
070C 23			INX H	
070D 5E			MOV E, M	
070E 23			INX H	
070F 56			MOV D, M	
0710 EB			XCHG	
0711 CD9501			CALL ZOBR	podprogram Monitoru
0714 EB			XCHG	
0715 CD5307			CALL ZPOZ	
0718 210007			LXI H, 0700H	
071B 7E			MOV A, M	
071C C601			ADI 1	
071E 27			DAA	
071F 320007			STA 0700H	
0722 FE60			CPI 60H	
0724 C20807			JNZ SKOK	
0727 00			NOP	rezervováno pro CALL BUDIK
0728 00			NOP	rezervováno pro CALL BUDIK
0729 00			NOP	rezervováno pro CALL BUDIK
072A AF			XRA A	
072B 23			INX H	
072C 320007			STA 0700H	
072F 7E			MOV A, M	
0730 C601			ADI 1 H	
0732 27			DAA	
0733 320107			STA 0701H	
0736 FE60			CPI 60H	
0738 C20807			JNZ SKOK	
073B AF			XRA A	
073C 320107			STA 0701H	
073F 23			INX H	
0740 7E			MOV A, M	
0741 C601			ADI 1 H	
0743 27			DAA	
0744 320207			STA 0702 H	
0747 FE24			CPI 24H	
0749 C20807			JNZ SKOK	
074C AF			XRA A	
074D 320207			STA 0702 H	
0750 C30807			JMP SKOK	
0753 018FB2	ZPOZ:		LXI B, konst	podprogram zpoždění 1 sek.
0756 F5	ZP 1:		PUSH PSW	
0757 0B	ZP 2:		DCX B	
0758 CD6207			CALL ZP 3	
075B 78			MOV A, B	
075C C600			ADI 0H	
075E C25707			JNZ ZP 2	
0761 F1			POP PSW	
0762 C9	ZP 3:		RET	
			END	

## 10.6 Přerušovací vektory

⟨VEK 1⟩, ⟨VEK 2⟩, ⟨RST⟩ nejsou zatím využity. Tyto vektory umožní po stisknutí tlačítka přímý nájezd programu na předem definovanou adresu. Příkladem přerušovacího vektoru je i tlačítko ⟨EXEC⟩, které vyvolá vynulování PC a tím uskuteční skok na adresu 0000H (začátek Monitoru).

Pozn.: U BOB-85 se nejdá o klasické přerušovací vektory, neboť ty umožňují přerušení probíhajícího programu. Jedná se pouze o přímý skok z monitoru na předem definovanou adresu.

## 10.7 Přerušení výpočtu

⟨EXEC⟩ → 8085 — —  
FORMAT přerušení výpočtu  
⟨EXEC⟩

Tab. 24. Program DLOUHÝ TEXT

adresa	kód	návěst	instrukce	komentář
0700 31FF07	ZAC:		LXI SP, ZASOB	
0703 213B07			LXI H, TEXT	
0706 7E			MOV A, M	
0707 FEFF			CPI FFH	
0709 CA0007			JZ ZAC	
070C CD1807			CALL DISPL 6	
070F CD3007			CALL ZPOZ	
0712 CD3007			CALL ZPOZ	
0715 C30607			JMP CYKL	
0718 D30A	DISPL6:		OUT 0AH	
071A 23			INX H	
071B 7E			MOV A, M	
071C D30B			OUT 0BH	
071E 23			INX H	
071F 7E			MOV A, M	
0720 D30C			OUT 0CH	
0722 23			INX H	
0723 7E			MOV A, M	
0724 D30D			OUT 0DH	
0726 23			INX H	
0727 7E			MOV A, M	
0728 D30E			OUT 0FH	
072A 23			INX H	
072B 7E			MOV A, M	
072C D30F			OUT 0FM	
072E 23			INX H	
072F C9			RET	
0730 1100CF	ZPOZ:		LXI D, KONST	zpoždění
0733 1B	DC:		DCX D	
0734 7A			MOV A, D	
0735 C600			ADI 0 H	
0737 C23307			JNZ DC	
073A C9			RET	
073B 7767F3E10000	TEXT:		DW kód	11111111XX
41 B5E597000000			DW kód	00000000XXXX
47 00F7F3F7F7D6			DW kód	11111111XXXX
4D E1776700D697			DW kód	11111111XXXX
53 7377D6000000			DW kód	11111111XXXX
59 0000000000000			DW kód	11111111XXXX
5F 1777E1450000			DW kód	11111111XXXX
65 9377E3000000			DW kód	11111111XXXX
6B E1E5E3000000			DW kód	11111111XXXX
71 E5F373E30000			DW kód	11111111XXXX
77 0000000000000			DW kód	11111111XXXX
7D 0000000000000			DW kód	11111111XXXX
83 0000000000000			DW kód	11111111XXXX
89 FF			DB FFH XXXXXX; konec	
			END	

7. ⟨NEXT⟩ → [ ] , po nahrání  
programu  
→ 8085 — —

FORMAT pro zápis programu na magnetofon  
⟨REC⟩ ⟨VEK1⟩ adresa<sub>0</sub> ⟨NEXT⟩ BYTE  
⟨záznam magnetofonu⟩ ⟨NEXT⟩

## 10.8 Využití bodů znovuspouštění

Při odlaďování programu je výhodné na místa o kterých předpokládáme, že jimi musí program projít, vložit jednoslabičnou instrukci RST 2. Po odstartování programu se tento zastaví na adrese za RST 2 a na displeji se objeví adresa a obsah paměti. Dále program pokračuje v činnosti po stisknutí tlačítka ⟨NEXT⟩.

## 10.9 Zápis programu z paměti do magnetofonu

1. ⟨REC⟩ → 8085 — r
2. ⟨VEK 2⟩ → 0000 50
3. adresa<sub>0</sub> → [adr<sub>0</sub> 50] ... výchozí adresa
4. ⟨NEXT⟩ → [adr<sub>0</sub> 00]
5. BYTE → [adr<sub>0</sub>, BYTE] ... počet byte
6. ⟨NEXT⟩ → [ ] mikropočítáč čeká na dlouhý tón

## 10.10 Zápis programu z magnetofonu do paměti

1. ⟨REC⟩ → 8085 — r
  2. ⟨VEK 2⟩ → 0000 50
  3. adresa<sub>0</sub> → [adr<sub>0</sub> 50] ... výchozí adresa
  4. ⟨NEXT⟩ → [adr<sub>0</sub> 00]
  5. BYTE → [adr<sub>0</sub>, BYTE] ... počet byte
  6. ⟨NEXT⟩ → [ ] mikropočítáč čeká na dlouhý tón
  7. přehrávání magnetofonu → 8085 — — vše v pořádku → EEEE — — chyba
- FORMAT pro zápis programu z magnetofonu do paměti  
⟨REC⟩ ⟨VEK 2⟩ adresa<sub>0</sub> ⟨NEXT⟩ BYTE  
⟨NEXT⟩ ⟨přehrávání magnetofonu⟩ Poznámka: Mezi jednotlivé programy na magnetickém médiu je

Tab. 25. Program ZOBRAZOVÁNÍ ORNAMENTŮ

adresakód	návěst	instrukce	komentář
0600 315006	ZAC:	ORG 0600H LXI SP, 0650H	
0603 213006		LXI H, ORNAM	
0606 7E	CYKL:	MOV A, M	
0607 FFFF		CPI FFH	
0609 CA0006		JZ ZAC	
060C CD1506		CALL DISPL	
060F CD2506		CALL ZPOZ	
0612 C30606		JMP CYKL	
0615 D30A	DISPL:	OUT 0AH	
0617 D30C		OUT 0CH	
0619 D30E		OUT 0EH	

061B 23			INX H		
0610 7E			MOV A, M		
061D D30B			OUT 0B H		
061F D30D			OUT 0D H		
.0621 D30F			OUT 0F H		
0623 23			INX H		
0624 C9			RET		
0625 1100F0	ZPOZ:		LXI D, F000H		zpoždění
0628 1B	DC:		DCX D		
0629 7A			MOV A, D		
062A C600			ADI 0H		
062C C22806			JNZ DC		
062F C9			RET		
0630 6394			DW ORNAM1		
0632 9463			DW ORNAM2		
0634 FF			DB FFH		
			END		konec

možno nahrát mikrofonem informace o typu programu. Osvědčilo se namluvit NÁZEV programu, výchozí adresa ADR<sub>0</sub> a počet BAJTÚ programu, mikropočítač na mluvené slovo nereaguje.

## 11. Příklady jednoduchých uživatelských programů

U jednotlivých odladěných uživatelských programů bude uvedeno pouze jejich použití, výpis programu v jazyku symbolických adres Assembler 8085 bez komentáře a jejich obsluhy.

### 11.1 Program HODINY

Program zobrazuje hodiny, minuty a sekundy na displeji. Aby byl zajištěn správný čas, musíme přednastavit čas na adresách 0700—0702H a spustit program např. podle rozhlasu. Přesnost programu je díky použití krystalu 5 MHz velmi dobrá (asi 10<sup>-5</sup> s). Pokud by byl použit jiný krystal, je třeba stanovit konstantu v instrukci LXI B, konst. na adresu 0753H experimentálně. Program je v tab. 23. Jeho obsluha je následující:

1. Nahrajeme program do RAM od adr. 0700 (z mgf., nebo ručně čí. 10.3)
2. Na adresy 0700—0702H přednastavíme čas (s, min, h) ručně čí. 10.3)
3. Startujeme od adresy 0705H dle čl. 10.5 při šestém pípnutí přesného času z rozhlasu.

### 11.2 Program DLOUHÝ TEXT

Program zobrazuje na displeji text podle kódu v tabulce TEXT. Program je zapsán v tab. 24 a startuje se od adresy 0700H podle čí. 10.5.

### 11.3 Program zobrazování ornamentů

Program byl upraven podle [3]. Zobrazuje na displeji ornamenty a je zapsán v tab. 25. Startuje se od adresy 0600H.

### 11.4 Program Kontrolní součet

Při zápisu programu do paměti z děrné pásky se na konec programu dřeje tzv kontrolní součet. Tento kontrolní součet slouží k testování, jestli se nahrávaná děrná páska dobře nahrála. DP je psána v tzv. formátu HEX a jednotlivé znaky jsou v kódu ISO. S kódem ISO se zde sice seznamovat nebudeme, ale formát HEX DP je uveden v tab. 26.

Tab. 26. Formát HEX pro N BYTE

pořadí znaků	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...
znak (v kódu ISO):	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X X X X
význam	úvod	počet BAJTU	N	výchozí adresa	oddělovač	BAYT 1	BAYT 2	BAYT 3	BAYT N	kontrolní součet						

Pozn.: Úvod – dvojtečka podle níž se pozná, že jde o formát HEX  
počet BAJTU – nahrávaného programu  
výchozí adresa – místo v paměti od kterého se program nahráje  
kontrolní součet – viz čl. 11.4

Z tabulky je zřejmé, že DP obsahuje výchozí adresu, počet bajtů programu, oddělovač, a vlastní program (1 bajt = dvojice znaků). Na konci je uveden kontrolní součet, který se počítá ze všech znaků DP (kromě kontrolního součtu a úvodní dvojtečky) podle následujícího vzorce.

$$KS = \sum_{i=2}^K Bi + 1 - \text{oddělovač}$$

Slovně lze říci, že kontrolní součet je dvojkovým doplňkem součtu všech byte v hexadecimálním kódu zmenšeným o oddělovač. Oddělovač nabývá hodnot 00 nebo 01 (jedná-li se o konec programu). Maximální počet byte v jednom formátu HEX je FFH tj. 256. Je-li program delší, musí se rozdělit a právě zde má význam oddělovač.

Program pro výpočet kontrolního součtu je v tabulce 27.

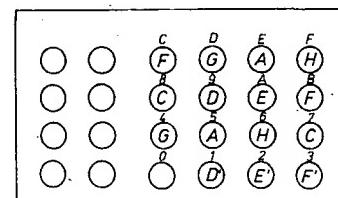
Obsluha programu je následující. Program se startuje od adresy 0900H na displeji se zobrazí 0000 60. Dále určíme výchozí adresu ADR<sub>0</sub> <NEXT> počet byte a <NEXT>. Na displeji se objeví konečná adresa a kontrolní součet. Od tohoto výsledku je třeba z paměti odečíst oddělovač.

Stejným způsobem jak bylo uvedeno v tomto článku probíhá i výpočet kontrolního součtu v programu MGF v Monitoru, ten však probíhá automaticky a uživatel se s ním nemusí seznamovat. Má vliv pouze na výsledek testu je-li program nahrán správně nebo špatně.

### 11.5 Další jednoduché programy

K dispozici je celá řada jednoduchých ověřených programů pro různé hry publikované v ČR. Např. hra NIM, HLEDÁNÍ BOMBY, POSTŘEH apod.

Dále byly vypracovány programy pro dekadické aritmetické operace s libovol-



Obr. 26. Hexadecimální klávesnice jako varhany

nou délku operandů v pevné řádové čárce apod. Stěmito programy i s jinými si však uživatel jistě poradí sám.

## 12. Použití mikropočítače pro řízení periférií

Jako další periferie byly k mikropočítači napojeny snímač DP FS 330, rozhlasový přijímač (generování melodie), programátor PROM pro programování paměti 74S287 a 74188, deska pro testování IO a další. Některé případy si alespoň částečně probereme.

### 12.1 Generování melodie

Jako periferie je použit nf zesilovač např. z rozhlasového přijímače. Na jeho vstup je přiveden přes odpor (zmenší úroveň napětí) a kondenzátor (oddělí ss složku) signál A 10 z adresové sběrnice. Pozn.: Při pokusech bylo zjištěno, že není třeba počítat s přijímačem propojovat, ale stačí přijímač pouze zapnout, nastavit dlouhé vlny a naladit na stupnici místo, kde není žádny vysílač. Přijímač musí být umístěn co nejbliže u počítače.

Program pro generování melodie je v tabulce 28. Tento program hraje melodii uloženou od adresy 0700H v pořadí výška a délka tónu. Výška tónu je dána tabul-

Tab. 27. Program výpočet kontrolního součtu

adresa	kód	návěst	instrukce	kommentář
0900	318009		ORG 0900H	
0903	210000		LXI SP, 0980 H	
0906	CD7600		LXI H, 0000H	
0909	AF		CALL POM	podprogram Monitoru
090A	CD9501		XRA A	
090D	CD3309		CALL ZOBR	podprogram Monitoru
0910	5F		CALL DZN	
0911	CD6701	Q:	MOV E, A	
0914	FE60		CALL ZNAK	podprogram Monitoru, po příjmutí oddělovače Q probíhá výpočet
0916	C21109		CPI 60H	
0919	7B		JNZ Q	
091A	85		MOV A, E	
091B	84		AÖD L	
091C	4F		ADD H	
091D	AF		MOV C, A	
091E	BB		XRA A	
091F	79		CMP E	
0920	CA2D09		MOV A, C	
0923	0600		JZ KON	
0925	46	DB 1:	MVI B, OH	
0926	80		MOV B, M	
0927	23		ADD B	
0928	1D		INX H	
0929	C22509		DCR E	
092C	2B		JNZ DB1	
092D	2F	KON:	DCX H	
092E	3C		CMA	konec
092F	CD9501		INRA	
0932	76		CALL ZOBR	podprogram Monitoru
0933	CD4509	DZN:	HLT	
0936	CD6101		CALL TZN	dva znaky (BYTE)
0939	CD9501		CALL ROT	podprogram Monitoru
093C	47		CALL ZOBR	podprogram Monitoru
093D	CD4509		MOV B, A	
0940	80		CALL TZN	
0941	CD9501		ADD B	podprogram Monitoru
0944	C9		CALL ZOBR	
0945	D5	TZN:	RET	testovaný znak
0946	C5		PUSH D	
0947	CD6701		PUSH B	
094A	C1		CALL ZNAK	podprogram Monitoru
094B	D1		POP B	
094C	FE10		POP D	
094E	D8		CPI 10H	
094F	33		RC	
0950	33		INX SP	
0951	C35801		INX SP	
0954	C9		JMP CHYBA	podprogram Monitoru
			RET	
			END	

► kou 29. Příklad písničky je v tabulce 30. Nutno podotknout, že tabulky 29, 30 platí pro použitý krystal 5 MHz. Pro jiný krystal je třeba počítat naladit podle hudebního nástroje. Program se startuje od adresy 0800H.

## 12.2 Program Varhany

Přijimač připojíme stejně jako v čl. 12.1. Po spuštění programu tab. 31 od adresy 0800H, slbuzí klávesnice jako klávesnice varhan. Ladění kláves je zřejmě z obr. 26.

## 12.3 Napojení snímače děrné pásky

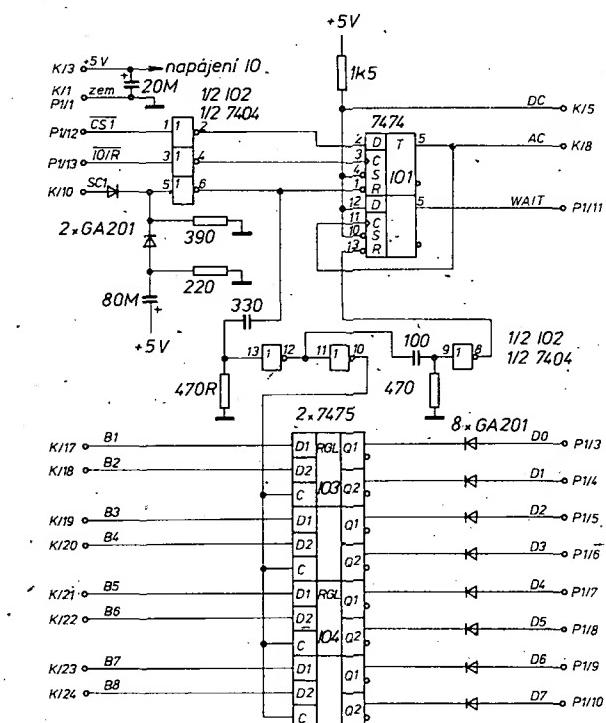
Snímač DP (byl použit typ FS 330) se připojí k mikropočítači přes interfejs (obr. 27), přes konektor P1 (PORT 01). Mezi interfejem a snímačem DP je přes konektor K napojen třináctizálový kabel, který končí na konektoru snímače pásky. Mezi interfejem a snímačem DP jsou vedeny signály B1 až B8 (8 stop DP), zem, +5 V, SC1 (znak přítomen na výstupu ze snímače DP), DC (spuštění motoru snímače DP), AC (start snímače DP). Protože je snímač DP pomalejší než počítač, generuje interfejs signál WAIT. Je-li WAIT = H, počítač čeká na snímač DP. Činnost obvodu je

Obr. 27. Schéma zapojení interfejsu snímače pásky FS330. Uspořádání konektoru K pro snímač pásky FS330 může být libovolný. P1 je dánou zapojením portu 1 na BOB-85.

velmi jednoduchá. Přímý příkaz ke čtení ze snímače vznikne požadavkem IN 01. Tím počítač uvede dekódovaný signál z adresové sběrnice CS1 do L a později i signál řídicí sběrnice I/O R do L. Tím se přes IO1 generuje signál WAIT (počítač se zastaví) a AC (rozběhne se snímač DP). Po příchodu znaku (SC1 = H) na B1 až B8 je díky SC1 tento zapsán do paměti IO3, IO4 (2x7475), je zrušen signál AC (snímač DP se zastaví) a WAIT (počítač se rozběhne). Dokud nepřijde další instrukce IN 01 není čten další znak. Program pro čtení DP ve tvaru HEX je v tab. 32. Ten přečte celou DP a kontrolu správnosti nahrávání. Startuje se od adresy 0600H. Po správném nahrání svítí na displeji [ ] . Při chybě je na displeji adresa, kde došlo k chybě a E1 (chyba parity), E2 (nehexadecimální znak), E3 (špatný kontrolní součet). Po chybě lze pokračovat tlačítkem NEXT . Program ignoruje prázdný a plně děrovaný znak.

Tab. 28. Program Generování melodie

adresa	kód	návěst	instrukce	kommentář
07F0	41	OTON:	ORG 07FOH	výška tónu do B
07F1	1B	OKMIT:	MOV B, C	
07F2	7A		DCX D	
07F3	B3		MOV A, D	
07F4	CA0308		ORA E	
07F5	05		JZ ZAC	
07F8	C2F107		DCR B	
07FB	C30908		JNZ OKMIT	
07FE	00		JMP TON	
07FF	00		NOP	
0800	310007	START:	LXI SP, SOLO	SOLO – místo uložení písničky
0803	C1	ZAC:	POP B	výška C, délka B
0804	0D		DCR C	
0805	CA0008	KONEC:	JNZ START	opakování písničky
0808	50		MOV D, B	délka do D
0809	41	TON:	MOV B, C	výška do B
080A	1B	KMIT:	DCX D	DE – 1 do DE
080B	7A		MOV A, D	
080C	B3		ORA E	
080D	CA0308		JZ ZAC	
0810	05		DCR B	
0811	C20A08		JNZ KMIT	
0814	C3F007		JMP OTON	
			END	



## 12.4 Testování integrovaných obvodů

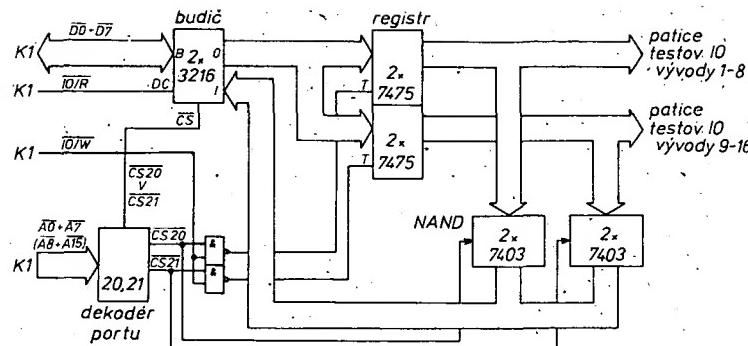
Při testování obvodů se k mikropočítači napojí jednoduchý interfejs přes K1. Blokové schéma je na obr. 28. Na desce je použito 13 IO.

Princip je velice jednoduchý. Postupně se instrukcemi OUT 20H a OUT 21H (Port 20, 21) přes K1 je možno připojit 2x 3216 a přesně testovat 4x 7475. Ty se objeví jako úroveň H, L na vývodech patice pro testovaný integrovaný obvod. Přes obvody NAND 4x 7403 a budič 2x 3216 čteme instrukcemi IN20H, IN21H a dostaneme výstupy testovaného IO na vstupní signály a tu programem testujeme.

Zapojení vývodů patice testovaného IO je na obr. 29. Přes zdírku je možno připojit napájení (+5 V, ZEM), přičemž omezovací odpor 120 Ω a dioda GA201 chrání výstup 7475 a vstup 7403. Zapojení je navrženo tak, že na výstupy testovaných IO, nepoužité vstupy a napájení +5 V přivádíme

Tab. 29. Tabulka tónů pro program „Generování melodie“ při použití krystalu 5 MHz

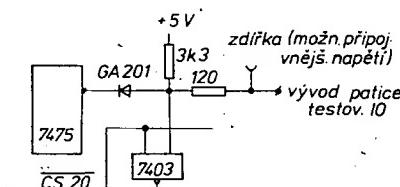
tón	kód	tón	kód
Fis	C1	fis	60
G	B6	g	5B
Gis	AA	gis	55
A	A1	a	51
B	98	b	4D
H	90	h	48
C	87	c	44
Cis	7E	cis	40
D	78	d	3D
Dis	71	dis	3A
E	6C	e	36
F	66	f	33
pomlka	02	konec	01



Obr. 28. Blokové schéma desky pro testování IO

Tab. 30. Tabulka písničky Zpívající cikán (amer. lidová) pro program GENEROVÁNÍ MELODIE

adresa	kód
0 7 0 0	7 8 8 0 5 B 8 0 5 1 8 0 4 8 4 0 5 1 4 0
0 7 0 A	5 B 4 0 7 8 C 0 0 2 0 2 7 8 F 0 0 2 0 2
0 7 1 4	7 8 8 0 5 B 8 0 5 1 8 1 4 8 4 0 4 4 4 0
0 7 1 E	4 8 F 0 5 1 F 0 7 8 8 0 5 B 8 0 5 1 8 0
0 7 2 8	4 8 4 0 4 4 4 0 3 D 4 0 4 8 C 0 5 B C 0
0 7 3 1	5 1 4 0 4 8 8 0 0 2 0 2 4 8 8 0 5 1 4 0
0 7 .3 C	5 B 4 0 6 C 8 0 7 8 8 0 5 B F 0 6 C 8 0
0 7 4 6	7 8 F 0 0 2 F 0 0 1 0 1



Obr. 29. Zapojení vývodu patice testovacího IO

**komentář**

**Poznámka:**

1. **BYTE** = kónst. výšky 1. tónu
2. **BYTE** = konst. délky 1. tónu
3. **BYTE** = konst. výšky 2. tónu
4. **BYTE** = konst. délky 2. tónu

(2N-1). **BYTE** = konst. výšky N. tónu  
 2N. **BYTE** = délky N. tónu

**01** = konec písničky

konstanty výšky tónů  
 a pomílk viz tab. 29

konstanty dlelek tónů jsou  
 libovolné, podle tempa;

**F0** - celá nota

**C0** - tříčtvrtová

**80** - půlová

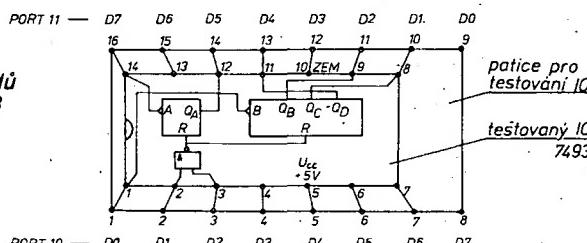
**40** - čtvrtová

**20** - osminová

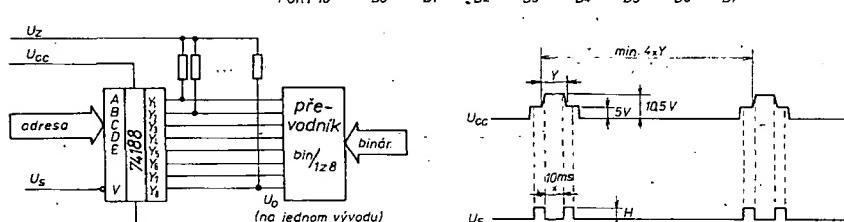
**02** - krátké přerušení tónu

**01** - konec písničky

Obr. 30. Uspořádání vývodů  
při testování IO MH7493



The diagram shows a 74LS138 integrated circuit (IC) with its pins labeled. Pin 14 is labeled  $U_Z$ , pin 13 is  $U_{CC}$ , pin 12 is  $U_S$ , pin 11 is  $U_O$ , and pin 10 is labeled  $(\text{na jednom vývodu})$ . The IC has five address inputs (A, B, C, D, E) and one enable input (V). The outputs are labeled  $\text{pře-}\text{vodník}$  and  $\text{binář.}$  A feedback loop connects the output of the IC back to its enable input V.



Obr. 31. Princip programování paměti  
74188

vstupní úroveň H, na zem L. Na využití vstupy přivádíme vhodné kombinace H a L tak, abychom IO co nejlépe otestovali. Současně sledujeme odezvu všech vývodů IO na vstupní kombinace H, L. Každá odezva se porovnává v A-registrovi mikroprocesoru s hexadecimálním číslem, které má odpovídat příslušné odezvě. Dojde-li ke shodě, pokračuje činnost testování dále. Nenastane-li shoda, je hlášena displejem chyba.

Příklad testování si ukážeme na IO 7493. Nejdříve nakreslíme podle katalogu IO uspořádání vývodů a jejich označení (obr. 30). Dále sestavíme tabulku vstupních a výstupních signálů (tab. 33) podle

Tab. 31 Program VARHANY

adresa	kód	návěst	instrukce
07F0	41	OTON:	ORG 07F0H
07F1	1B	OKMIT:	MOV B, C
07F2	7A		DCX D
07F3	B3		MOV A, D
07F4	CA0008		ORA E
07F7	05		JZ ZAC
			DCR B
07FB	C2F107		JNZ OKMIT
07FB	C30908		JMP TON.
07FE	00		NOP
07FF	00		NOP
0800	CD1708	ZAC:	CALL JED
0803	1620		MVI D, 20H
0805	6F		MOV L, A
0806	2608		MVI H, 08H
0808	4E		MOV C, M
0809	41	TON:	MOV B, C
080A	1B	KMIT:	DCX D
080B	7A		MOV A, D
080C	BB		ORA E
080D	CA0008		JZ ZAC
0810	05		DCR B
0811	C20A08		JNZ KMIT
0814	C3F007		JMP OTON
0817	DB0A	JED:	IN 0AH
0819	C600		ADI 0H
081B	CA1708		JNZ JED
081E	17		RAL
081F	37		STC
0820	1F		RAR
0820	C9		RET
			END
0880	013D3633	TABUL:	ORG 0880H
0884	5B514844		
0888	87786C66		
0883	CDB6A190		
			END

tóny —, D, E, E  
G, A, H, C  
C, D, E, F  
E, G, A, H

ho programu je však nutná dokonalá znalost testovaného IO.

**Znalost testovacich IO:**  
Poznámka: Na podobném principu je možno testovať napr. desky s číslicovými IO, kabeláže, IO s větším počtem vývodů než 16 apod.

## 12.5 Programátor pevných pamětí PROM

Při programování pevných pamětí např. typu 74188 je třeba v zapojení podle obr. 31, zajistit správný postup. Nejdříve se naadresuje příslušná buňka v paměti, dále se připojí  $U_0$  k výstupu toho bitu, který má být programován, ostatní vývody jsou přitom zapojeny přes odpor na  $U_2$ . Potom následuje vlastní programování tj. na vývodech  $V$ ,  $U_{cc}$  jsou generovány impulsy podle obr. 32. Nakonec se ještě

Tab. 32. Program Řízení snímače děrné pásky FS 330

adresa	kód	návěst	instrukce	komentář
0600	31C006	SP:	ORG 0600H	
0603	CD8106	DVT:	LXI SP, ZAS	
0606	063A		CALL CTI	
0608	C20306		SUI 3A H	
060B	AF		JNZ DVT	
060C	47		XRA A	
060D	CD4A06		MOV B, A.	
0610	57		CALL BYTE	
0611	C600		MOV D, A	
0613	CA0006		ADI 0H	
0616	CD4A06		JZ SP	
0619	67		CALL BYTE	
061A	CD4A06		MOV H, A	
061D	6F		CALL BYTE	
061E	CD4A06		MOV L, A	
0621	5F	ZAPIS:	CALL BYTE	
0622	CD4A06		MOV E, A	
0625	77		CALL BYTE	
0626	23		MOV M, A	
0627	15		INX H	
0628	C22206		DCR D	
062B	78		JNZ ZAPIS	
062C	2F		MOV A, B	
062D	3C		CMA	
062E	47		INR A	
062F	CD3E06		MOV B, A	
0632	B8		CALL BYTE1	
0633	C47C06		CMP B	
0636	AF		CNZ CH3	
0637	BB		XRA A	
0638	CA0006		CMP E	
063B	C34200		JZ SP	skok do Monitóru
063E	CD5206		JMP MONIT	podprogram Monitoru
0641	CD6101		CALL HEX	
0644	4F		CALL ROT	
0645	CD5206		MOV C, A	
0648	81		CALL HEX	
0649	C9		ADD C	
			RET	

064A	CD3E06	BYTE	CALL BYTE 1	
064D	4F		MOV C, A	
064E	80		ADD B	
064F	47		MOV B, A	
0650	79		MOV A, C	
0651	C9		RET	
0652	CD8106	HEX:	CALL CTI	
0655	E67F		ANI 7F H	
0657	D630		SUI 30H	
0659	DC6906		CC CH2	
065C	FE0A		CPI 0AH	
065E	D8		RC	
065F	D607		SUI 07H	
0661	FE07		CPI 07H	
0663	DC6906		CC CH2	
0666	FE10		CPI 10H	
0668	D8		RC	
0669	3EE2	CH2:	MVI A, E2	
066B	CD9501	CH:	CALL ZOBR	podprogram Monitoru
066E	CD9006	CZ1:	CALL ZN	
0671	FE60		CPI 60H	
0673	C26E06		JNZ CZ1	
0676	3EOA		MVI A, 0AH	
0678	CDF900		CALL TMA	
067B	C9		RET	
067C	3EE3	CH3:	MVI A, E3 H	
067E	C36B06		JMP CH	
0681	DB01	CTI:	IN 01H	
0683	FEFF		CPI FFH	
0685	CA8106		JZ CTI	
0688	FE00		CPI 0H	
068A	CA8106		JZ CTI	
068D	C600		ADI 0H	
068F	E8		RPE	
0690	3EE1	CH1:	MVI A, E1H	
0692	C36B06		JMP CH	
0695	C5	ZN:	PUSH B	
0696	D5		PUSH D	
0697	CD6701		CALL ZNAK	podprogram Monitoru
069A	D1		POP D	
069B	C1		POP B	
069C	C9		RET	
			END	

Tab. 33. Vstupní a výstupní signály testu IO MH 7493

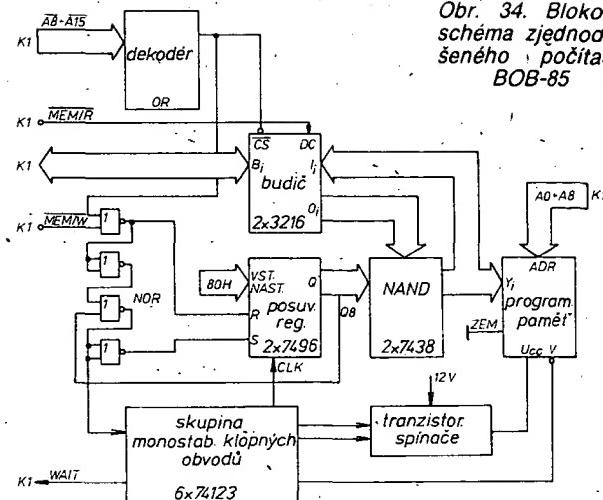
FUNKCE	Vstupní signály				Výstupní signály				POZN. pro program	
	PORT 10 7 6 5 4 3 2 1 0		HEX	PORT 11 7 6 5 4 3 2 1 0		HEX	PORT 10 7 6 5 4 3 2 1 0		HEX	
napájení výstupy nevyuž. vývody	1			0			1		0	příprava
	1 1 1	1		1 1 1	1 1 1		1 1 1	1	1	
nulování zrušení nulov.	1 1 1	FF	1		F7		1 1 1	FF	1 0 0	OUT 10, 11 OUT 10, IN10, 11
T1 pro vstup A, B	1 0 1	FD	1		F7		1 0 0	FC	0 1 0	OUT 10, 11 OUT 10, 11
T2 pro vstup B	1 0 1	FC	1		F7		1 0 0	FC	1 1 0	OUT 10 OUT 10
T3 pro vstup B	1 0 1	FD	1		F7		1 0 0	FC	1 1 0	OUT 10 OUT 10
T4 pro vstup B	1 0 0	FC	1		F7		1 0 0	FC	1 1 1	OUT 10 OUT 10
T5 pro vstup B	1 0 1	FC	1		F7		1 0 0	FC	1 1 1	OUT 10 OUT 10
T6 pro vstup B	1 0 1	FC	1		F7		1 0 0	FC	1 1 1	OUT 10 OUT 10
T7 pro vstup B	1 0 0	FC	1		F7		1 0 0	FC	1 1 1	OUT 10 OUT 10, IN 11
nulování zrušení nulování	1 1 1	FF	1	1 1 1	F7	1 1 1	FF	1 0 0	0 0	OUT 10 OUT 10, IN 11
	0 1 1	FB	1	0 1 1	F7	0 1 1	FB	1 0 0	0 0	

ozn. bitů  vstupy  
 výstupyvýznam poznámek: OUT 10 vyšli vstup data na PORT 10  
IN 11, čti výstupní data z PORT 11

Tab. 34. Program TESTOVÁNÍ MH 7493

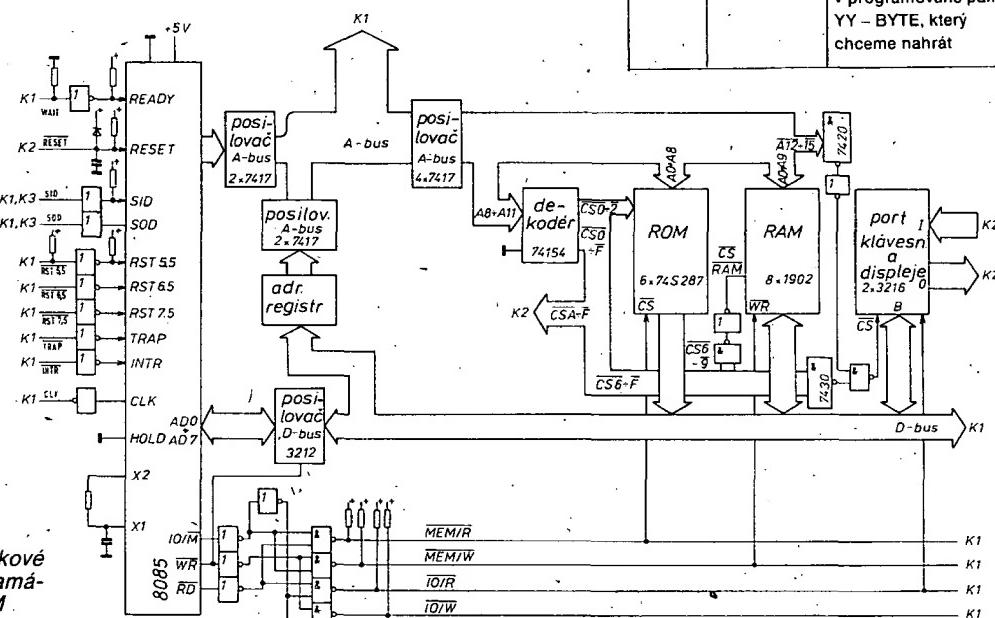
adresa	kód	návěšť	instrukce	poznámka
0600	3EFF	START:	ORG 0600H MVI A, FFH OUT 10H	nulování
0602	D310		MVI A, F7H OUT 11H	
0604	3EF7		MVI A, FDH OUT 10H	zrušeno nulování
0606	D311		IN 11 H	
0608	3EFD		CPI C1 H	test nulování
060A	D310		JNZ CHYBY	T1
060C	DB11		MVI A, FCH	
060E	FEC1		OUT 10H	
0610	C25801		IN 11 H	
0613	3EFC		CPI C1 H	
0615	D310		JNZ CHYBY	T1
0617	3E77		MVI A, 77H	
0619	D311		OUT 11H	
0618	3EFD		MVI A, FDH	
061D	D310		OUT 10H	
061F	3EF7		MVI A, F7H	
0621	D311		OUT 11 H	
0623	0606		MVI B, 06H	
0625	3EFC	CYKL:	MVI A, FCH	T2, T7
0627	D310		OUT 10 H	
0629	3EFD		MVI A, FD H	
062B	D310		OUT 10 H	
062D	05		DCR B	
062E	C22506		JNZ CYKL	
0631	DB11		IN 11 H	test po počítání
0633	FEF7		CPI F7H	
0635	C25801		JNZ CHYBA	
0638	3EFF		MVI A, FFH	nulování
063A	D310		OUT 10 H	
063C	3EF7		MVI A, F7H	
063E	D311		OUT 11H	
0640	3EFB		MVI A, FBH	
0642	D310		OUT 10H	
0644	DB11		IN 11 H	
0646	FEC1		CPI C1 H	
0648	C25801		JNZ CHYBA	test po nulování
064B	C7		RST 0	konec
			END	

Obr. 34. Blokové schéma zjednodušeného počítače BOB-85



Tab. 35. Ukázka části programu PROM (pro nahrání 1 BYTE)

návěšť	instrukce	komentář
PROM:	LXI H; FFXXH MVI A, YY H MOV B, A MOV M, A MOV A, M CMP B JNZ CHYBA	HL reg. naplněn FFXXH A reg. naplněn YY H uložení YYH do B registrování YYH do PROM, programování ve stavu WAIT nahraný YYH do A reg. porovnání nahraného a zadaného BYTE signalizace chyby při špatném nahrání pokračování programu po správném nahrání XX – adresa v programované paměti YY – BYTE, který chceme nahrat



Obr. 33. Blokové schéma programátoru PROM

kontroluje správnost programování stejným způsobem jako při čtení z paměti [11].

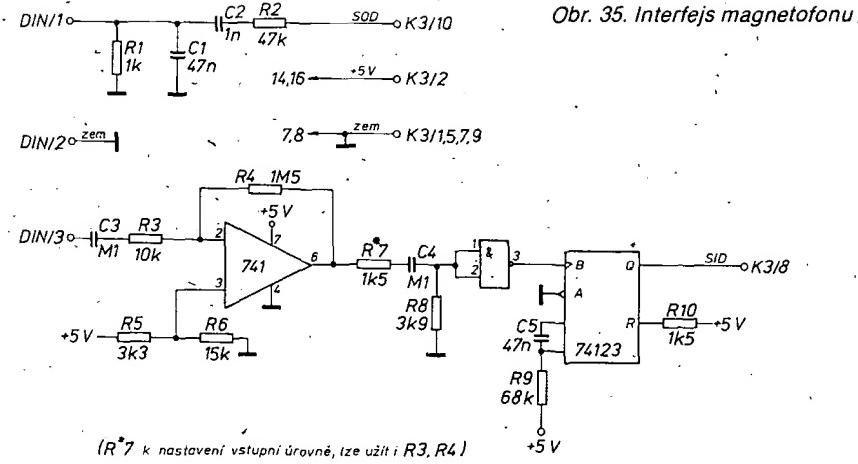
Blokové schéma zařízení, které umožňuje programování paměti 74188, 74S287, je na obr. 33. Zařízení je připojeno k počítači přes konektor K1 jako paměť na adresách FF00H až FFFFH. Řídící signály jsou MEM/W a MEM/R. Po dobu programování 1 bajtu čeká počítač na programátor (je zastaven signálem WAIT). Adresování se provádí přes adresovou sběrnici A<sub>0</sub> až A<sub>10</sub>. Výběr právě programovaného bitu provádí programátor přepí-

náním datové sběrnice při stavu WAIT. K desce je navíc nutno připojit napájení +12 V pro zajištění průběhu napětí U<sub>cc</sub>.

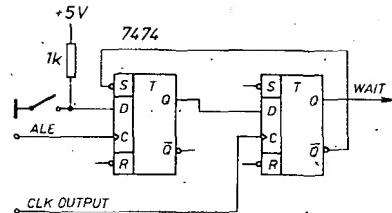
Zařízení je řízeno mikropočítačem. Pro nahrání jednoho bajtu je program velice jednoduchý (tab. 35). Při instrukci MOVA, M je na adresován bajt v programové paměti z H, L registrů a uvolněn budič CS = L. Tím se programovaný bajt dostane přes budič až na vstup obvodů NAND. Dále vysílá mikropočítač řídící signál MEM/W. Tím je nulován a přednastaven posuvný registr číslem 80H = 1000 0000. První hranou signálu MEM/W se rozvíhá

činnost monostabilních klopných obvodů. Ty plní následující úkoly:

1. po celou dobu programování vysílají signál WAIT (zastavení 8085)
2. v průběhu programování každého bitu generují řídící signály pro tranzistorové spínače, které generují signály U<sub>cc</sub>, U<sub>s</sub> podle obr. 32.
3. přes signál CLK je postupně vysláno 8 impulsů, které postupně posouvají přednastavenou log. 1 posuvným registrum a tím se při programování každého bitu přes obvody NAND aktivuje výstup programované paměti Y<sub>i</sub>.



Obr. 35. Interfejs magnetofonu



ALE, CLK OUTPUT, WAIT - signály 8085  
nepoužité vstupy 7474 S, R nutno ošetřit

Obr. 36. Obvod pro krokování 8085. (ALE, CLK OUTPUT a WAIT jsou signály 8085. Nepoužité vstupy 7474 S, R je nutno ošetřit)

Upravené zapojení je na obr. 35. Typy pasivních součástek jsou stejné jako v celém mikropočítači tj. miniaturní.

Kromě návodu ke stavbě mikropočítače je poukázáno i na jeho použití. Jsou předvedeny ukázky jednoduchých programů a řízení jednoduchých, ale účelných periferních zařízení.

Součástí mikropočítače není ještě jednoduchý obvod pro krokování programem (nebyl potřebný), proto alespoň v závěrečné části je uveden podle [4] viz obr. 36.

Nakonec mi ještě zbývá poděkovat ing. Stanislavu Benešovi a ing. Jiřímu Konečnému za cenné rady a připomínky i za poskytnutou literaturu.

ším počtem čipů (např. K541RU2, 2114, 2142 2 čipy, 4118 1 čip apod.), byly by nároky na cenu, odběr proudu ze zdroje i prostorové uspořádání podstatně nižší.

Z těchto zjednodušení si jistě každý amatér vybere to, které nejvíce vyhovuje jeho potřebám. Příklad blokového zapojení zjednodušeného mikropočítače BOB-85 je na obr. 34. Nakreslené výstupy mikropočítače nejsou zapojeny.

Sečteme-li počet IO zjednodušeného mikropočítače (35), klávesnice a displeje (19 – nepočítají se prvky LQ 410) a interfejsu magnetofonu (3), dospejeme k číslu 57. To je již počet, který se celý vejde na stejnou desku plošného spoje, na jaké je nyní pouze mikropočítač ( $9 \times 7 = 63$  IO).

## 14. Závěr

Účelem tohoto článku bylo seznámit čtenáře se zajímavým typem mikroprocesoru. Mikroprocesor byl nejen popsaný, ale byla stručně, pokud možno srozumitelnou formou, vysvětlena i jeho činnost. Srovnáme-li vlastnosti mikroprocesorů 8085 a 8080, jeví se 8085 jako podstatně výhodnější a přitom programově ekvivalentní.

Dále je vysvětlen princip mikropočítače a jeho napojení na řadu užitečných periferií.

Součástí článku je návod ke stavbě jednodeskového mikropočítače s mikroprocesorem 8085, klávesnice s displejem a interfejsu magnetofonu. Podrobně je probrán řídící program Monitor. V závěrečné části jsou uvedena určitá zjednodušení, která umožní postavit jednodeskový mikropočítač s klávesnicí, displejem a interfejsem magnetofonu na pouhé jedné desce o rozměrech asi  $250 \times 180$  mm.

Na začátku roku 1983 byl v AR B1 popsán mikropočítač Intelka se zajímavým připojením magnetofonu přes vstup „mikrofon“ a výstup „sluchátka“ podle mikropočítače ZX-80. Zapojení jsem odzkoušel a po menších úpravách jsem byl s výsledkem velmi spokojen. Kvalita přenosu velmi málo závisí na úrovni zesílení nf signálu. Připojení k magnetofonu je provedeno pouze jednou šňůrou přes vstup „radio“ a výstup „magnetofon“. V obvodu pro vstup do magnetofonu byly změněny hodnoty součástek přímé větve (jiná úroveň vstupního napětí pro vstup „mikrofon“ a „radio“ při zachování stejné časové konstanty). V obvodu pro výstup je signál nejdříve zesílen (MAA 741 v zapojení s nesymetrickým napájením), střední část je ponechána bez úprav a dále je přidán monostabilní klopný obvod z esténného důvodu jako je popsáno v čl. 8.

## 15. Literatura

- [1] Jugel, A.: Mikroprozessorsysteme, Berlin 1978.
- [2] Partyk, P., Machačka, I.: Základní instrukce mikroprocesoru 8080. Tesla Promes 1980.
- [3] Mikulaš, J.: Sbírka cvičných programů v jazyku Assembler 8080. Tesla Promes 1980.
- [4] Katalog Intel MCS 80/85. Family users manual 10/1979.
- [5] Katalog polovodičových součástek. Tesla Rožnov 1981.
- [6] Zásady použití mikroprocesoru 8080. ST 5/1980.
- [7] Mikroprocesorový systém 8080. Tesla Piešťany P-ČSVTS 1979.
- [8] Mikrorechner mit 8085 A-Neu von Rohde-Schwarz 88.
- [9] Dědina B., Valášek P.: Mikroprocesory a mikropočítače. SNTL-Praha 1981.
- [10] Mercl, J.: Mikropočítač PIP-2. AR B3/1980.
- [11] Bipolární programovatelná paměť MH 74188. Tesla Rožnov 1978.

## Všem čtenářům

### Desky s plošnými spoji

Konstrukci, zveřejněných v časopise AR. (fáda A, B i konstrukční příloha), zasláv výhradně na dobrku

**Radiotechnika ÚV Svazarmu**  
expedice plošných spojů  
Žižkovovo nám. 32

500 21 Hradec Králové

Na této adrese si můžete objednat všechny desky plošných spojů sérií L až S (s výjimkou desek dvoustranných). Objednávky pište na korespondenční listku. Vaše objednávka bude podle možnosti vyřízena co nejdříve (v případě desek, o něž je mimofádný zájem do 3 měsíců).

Osobně si můžete desky plošných spojů zakoupit v prodejně podniku Radiotechnika:

**Radioamatérská prodejna**  
Budečská 7  
120 00 Praha 2; tel. 25 07 33

# Elektrolytické kondenzátory a jejich vlastnosti

Ing. Antonín Němec

Elektrolytické kondenzátory patří mezi pasivní součástky, jejichž začátek používání v radiotechnice mohou pamatovat jen ti skutečně dříve narozeni. Přes značný pokrok v radiotechnice a elektronice, zejména zásluhou polovodičů, neztratil elektrolytický kondenzátor nic na své důležitosti a nezbytnosti. Stále je a ještě asi hodně dlouho bude nepostradatelnou součástkou, neboť proti původnímu použití k vyhlazování střídavé složky usměrněného proudu (např. v anodových zdrojích a zdrojích mřížkového předpěti) se jeho použití značně rozšířilo např. v časovacích obvodech RC, impulsních obvodech, regulační technice, slouží nejen jako vazební prvek, ale také jako „zdroj“ elektrické energie pro záblesková či svářecí zařízení. Našly by se pochopitelně další aplikace, jejich výčet není však smyslem tohoto článku. Důležité je to, že podle druhu a způsobu použití jsou elektrolytické kondenzátory vystaveny různým provozním režimům a že na stálosti jejich elektrických parametrů v různých provozních režimech závisí správná funkce elektrického obvodu a tím i celého zařízení.

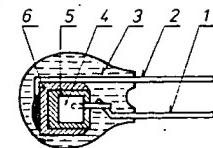
S potřebou rozširovat aplikace elektrolytických kondenzátorů měnil se i požadavek na jejich elektrické i klimatické vlastnosti. Rovněž postupující miniaturizace elektronických zařízení a rostoucí funkční složitost finálních výrobků žádala své – zmenšovat rozměry a váhu součástek. Pro výrobce součástek představuje zlepšení elektrických parametrů při současném zmenšování rozměrů součástky vždy nemalé problémy. Díky novým poznatkům z oblasti materiálů i technologických pochodů lze však do určité míry i těmto protichůdným požadavkům vyhovět. Nelze však vyhovět v plné šíři všem požadavkům, a to nejen z důvodu výrobní ekonomie, ale i z důvodů fyzikálních. Parametry elektrolytického kondenzátoru jsou mnohem více závislé na vlivu prostředí, než je tomu např. u kondenzátorů s papírovým dielektrikem. Zlepšení jednoho parametru se může projevit negativně „na chování“ jiného parametru. Proto se musí obvykle volit kompromis mezi jednotlivými požadavky. Znalost jednotlivých parametrů a jejich závislostí na vnějších vlivech může usnadnit konstruktérovi zařízení nejen práci, ale mnohdy ušetřit i zklamání ze špatné funkce nebo nedostatečné spolehlivosti zařízení (a to jak profesionálních, tak amatérských). Ty tam jsou doby, kdy radioamatérůvi stačily jen ty nejzákladnější vědomosti z oblasti radiotechniky a elektrotechniky. V radioamatérské praxi jsou dnes zhotovovány velmi složitá zařízení, která lze mnohdy bez obav postavit vedle zařízení profesionálních.

Poněvadž se technické veřejnosti z důvodu neustále se rozvíjející polovodičové techniky dostávají ponejvíce informace z oblasti aktivních součástek, nebude jistě na škodu, když se občas objeví také něco z oblasti pasivních součástek. Bude proto jistě užitečné říci si něco o vlastnostech elektrolytických kondenzátorů, o nichž se dá z fyzikálního hlediska uvést, že jsou z pasivních součástek nejsložitější. Nebude ani na škodu, uvést také parametry nových výrobků, které proti dřívějším provedení znamenají nesporu zvýšení technické úrovně. Pro někoho to bude oživení dřívějších znalostí, pro někoho to mohou být zcela nové informace.

Nejrozšířenějšími druhy elektrolytických kondenzátorů ve světě (ale i u nás) jsou hliníkové a tantalové kondenzátory. Hliníkové se vyrábějí převážně v polosušém provedení, tantalové v mokrému i su-

chémi. U mokrého provedení je katoda tvořena tekutým elektrolytickým roztokem, u suchého tuhým kysličníkem manganičitým. Konstrukční provedení jednotlivých druhů elektrolytických kondenzátorů je na obr. 1 až 4.

Kapacita elektrolytického kondenzátoru je dána jako u ostatních kondenzátorů geometrickými rozměry a permitivitou dielektrika. Charakteristické pro elektrolytické kondenzátory je, že se dosahuje veliké kapacity při relativně malých rozměrech. To je umožněno poměrně velkou permitivitou dielektrické vrstvy, její velkou elektrickou pevností a velkou aktivní plochou elektrod. U hliníkových konden-



Obr. 4. Řez tuhým kapkovým tantalovým kondenzátorem; 1 - anodový vývod, 2 - katodový vývod, 3 - pouzdřicí hmota, 4 - porézní tantalová anoda, 5 - katodová vrstva  $MnO_2$ , 6 - stříbrná katodová elektroda



Obr. 5. Zvětšení povrchu hliníkové anody

zátorů se dosahuje velké aktivní plochy zvětšením povrchu anodové elektrody leptáním (obr. 5). U tantalových kondenzátorů se velké plochy dosahuje lisováním anody z tantalového prášku. Po sintetice (spékání jednotlivých zrn prášku ve vakuum za vysoké teploty) zůstane válcová anoda protkaná velkým množstvím kanálků (pórů), které mnohonásobně zvětší její aktivní plochu ve srovnání s plochou samotného válce.

Dielektrická vrstva se u elektrolytických kondenzátorů vytváří anodickou oxidaci, tzv. „formovaním“ anodové elektrody. Při tomto procesu se anodová elektroda nachází ve vodivém roztoku a průchodem elektrického proudu se na ní vytváří tenká kysličníková vrstva, která se vyznačuje nejen relativně velkou permitivitou, ale i velkou elektrickou pevností. U hliníkových kondenzátorů je to vrstva  $Al_2O_3$  ( $\epsilon = 10$ ), u tantalových  $Ta_2O_5$  ( $\epsilon = 25$ ).

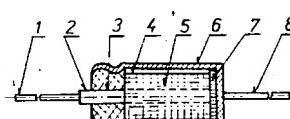
Další charakteristickou vlastností, kterou je však třeba považovat za nevýhodu, je unipolárnost kysličníkové (dielektrické) vrstvy. Z tohoto důvodu se musí u běžných elektrolytických kondenzátorů dodržovat polarita elektrod (plus na anodě, minus na katodě). Při přepólování se rychle degraduje kysličníková vrstva, která je v podstatě polovodičovou vrstvou typu p-n. Kondenzátorem při přepólování začne protékat rychle se zvětšující proud, jež obvykle končí tepelným průrazem dielektrické vrstvy.

Tloušťka dielektrické vrstvy je dána velikostí formovacího napětí. Čím je formovací napětí větší, tím tlustší se vytvoří kysličníková vrstva a tím je větší i její elektrická pevnost, tzn., že ji lze použít pro kondenzátory pro větší provozní napětí. Proces vytváření kysličníkové vrstvy není ovšem jen funkcí napětí, ale také času a dalších vlivů. Poněvadž zvětšení aktivní plochy je dosaženo hlubokými pory v anodové elektrodě, musí mít i katoda odpovídající plochu, jinak je zvětšení plochy anody bezvýznamné. Mimo to musí katoda sledovat tvar povrchu anody. Toho lze dosáhnout nejlépe vodivým roztokem, který zaplní vzniklé pory a vytvoří tak vlastně katodu potřebné plochy, těsně přiléhající k anodě, tedy vlastně ke kysličníkové vrstvě (obr. 6).

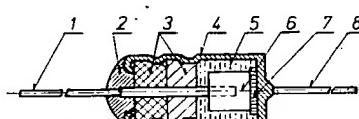
Z teoretického hlediska by bylo třeba, aby elektrolytický roztok, tvořící katodu, měl co největší vodivost. V praxi to však nelze realizovat z několika důvodů, jejichž osvětlení není pro tento účel nutné. Postačí pouze konstatovat, že vodivost roztoku je mnohonásobně horší než např. vodivost hliníkové anody. V praxi se pohybuje od asi  $100 \Omega\text{cm}$  do  $3000 \Omega\text{cm}$  podle velikosti napětí. Tento relativně velký od-



Obr. 1. Uspořádání elektrod hliníkového kondenzátoru; 1 - papír impregnovaný vodivým roztokem, 2 - katodová elektroda, 3 - anodová elektroda, 4 - anodový navijecí trn, 5 - katodový vývodní pásek



Obr. 2. Řez miniaturním hliníkovým kondenzátorem; 1 - anodový vývod, 2 - anodový trn, 3 - těsnící prýžová zátká, 4 - svar katodového vývodního pásku s pouzdem, 5 - svitek kondenzátoru, 6 - hliníkové pouzdro, 7 - izolační podložka, 8 - katodový vývod

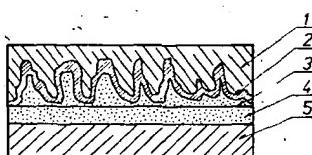


Obr. 3. Řez „tekutým“ tantalovým kondenzátorem; 1 - anodový vývod, 2 - zálivka epoxidovou pryskyřicí, 3 - těsnění, 4 - stříbrné pouzdro, 5 - pracovní elektrolytický roztok, 6 - porézní tantalová anoda, 7 - izolační podložka, 8 - katodový vývod

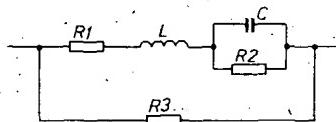
► por elektrolytického roztoku a jeho teplotní závislost však negativně ovlivňuje některé vlastnosti elektrolytického kondenzátoru.

Vytváření dielektrické vrstvy u tantalových kondenzátorů probíhá rovněž elektrochemickou oxidaci. Formovací elektrolyt pro oxidaci (formování), kterým bývá např. kyselina fosforečná, vnikne do všech pórů sintrované anody, takže se vytvoří kysličníková vrstva  $Ta_2O_5$  v celém objemu anody, tedy v pôrach, kterými je anodové těleso protkáno. U „tektutých“ kondenzátorů je pracovním elektrolytem, který vytváří katodu; obvykle kyselina sírová. Potřebné množství se nadávkuje přímo do pouzdra před vložením anody a zapouzdřením.

U „tuhých“ kondenzátorů je katoda tvorená tuhým kysličníkem manganičitým  $MnO_2$  (odtud také jejich název). Po naformovaní anody na příslušné provozní napětí se anoda impregnuje vodním roztokem dusičnanu manganatého, který zaplní v tekutém stavu všechny pory v anodě. Pyrolytickým procesem při teplotě okolo 350 °C se z roztoku uvolňují vodní páry spolu s kysličníkem dusíku, přičemž se na povrchu  $Ta_2O_5$  vytváří souvislá vrstvička kysličníku manganičitého  $MnO_2$ . Tento proces, tzn. impregnace, a následná pyrolyza se několikrát opakuje, aby se dosáhlo požadovaného tloušťky a potřebných vlastností vrstvy  $MnO_2$ . Počet cyklů bývá různý až deset, někdy i více, podle potřebného provozního napětí kondenzátorů. Poněvadž pyrolytickým procesem se častěčně degraduje kysličníková vrstva  $Ta_2O_5$ , musí se mezi jednotlivými cykly anody kondenzátorů doformovávat v elektrolytickém roztoku stejným způsobem jako při formování (aby se vrstvě vrátily potřebné vlastnosti). Nakonec se povrch  $MnO_2$  překryje vodivou grafitovou suspenzí a kontaktní stříbrnou elektrodou, která slouží k připojení katodového vývodu. I tyto kondenzátory však mají unipolární vlastnosti, a proto se musí u nich dodržovat polarita – to je způsobeno unipolárností přechodu typu p-n, který je na rozhraní mezi vrstvou  $Ta_2O_5$  s děrovou vodivostí a vrstvou  $MnO_2$  s vodivostí elektronovou.



Obr. 6. Princip hliníkového elektrolytického kondenzátoru; 1 – hliníková anoda se zvětšeným povrchem, 2 – vrstva  $Al_2O_3$ , 3 – elektrolytický roztok tvořící katodu, 4 – papír, sloužící jako zásobník elektrolytického roztoku, 5 – hliníková katodová elektroda



Obr. 7. Zjednodušené náhradní schéma elektrolytického kondenzátoru; C – kapacita ideálního bezdrátového kondenzátoru, R1 – odpor vnějších přívodních drátů, odpor vnitřních spojů a elektrod, odpor impregnačního elektrolytu, popř. odpor jiné látky, tvořící katodovou elektrodu, R2 – představuje nedokonalost dielektrické vrstvy, R3 odpor izolačního systému mezi vnějšími přívody, L – indukčnost vnějších přívodů, vnitřních spojů a samostatného tělesa kondenzátoru.

Tyto základní informace si doplníme pro lepší vyjádření vlastností elektrolytického kondenzátoru: náhradním schématem. Z fyzikálního hlediska se sice jedná o poměrně složitou soustavu, lze ji však ve vztahu k uvedeným informacím a danému účelu vyjádřit ve zjednodušené formě (obr. 7). Údaje veličin na obr. 7 postačí k tomu, abychom mohli posoudit základní vlastnosti elektrolytického kondenzátoru i důvod závislosti velikosti téhoto veličin na vnitřích vlivech, které za provozu působí na kondenzátor.

Základní parametry elektrolytického kondenzátoru, které mohou mít vliv na funkci obvodu, v němž kondenzátory pracují, jsou:

- zbytkový proud,
- ztrátový činitel,
- kapacita,
- impedance.

### Zbytkový proud

Vlivem nedokonalosti izolačního systému, která je způsobena defektními místy v dielektriku a vodivostí izolačních a těsnicích materiálů, nejsou odpory  $R2$  a  $R3$  (obr. 7) nekonečně velké. Z toho důvodu bude i po nabití protékat kondenzátorem proud, který je nazýván proudem zbytkovým. Tento zbytkový proud je u kondenzátorů nežádoucí. Čím je kondenzátor kvalitnější, tím je zbytkový proud menší. Velikost zbytkového proudu je závislá na kvalitě dielektrické vrstvy a na izolačním odporu izolačních a těsnicích materiálů. Dále je třeba uvést, že dielektrická vrstva, pokud není polarizována (tzn. není-li na kondenzátor přiloženo stejnosměrné napětí), podléhá časem degradaci, která zvětšuje vodivost dielektrika. Proto bude takovým kondenzátorem po přiložení napěti protékat zpočátku větší zbytkový proud, který se bude s časem zmenšovat tak, jak se bude regenerovat dielektrická vrstva. Tento proces (nelze jej zaměňovat za nabíjecí proud, jehož velikost a doba trvání je dána časovou konstantou) může trvat několik desítek sekund, ale také několik minut. Proto ČSN 35 8350 předepisuje měřit zbytkové proudy nejdříve za 5 minut po připojení kondenzátoru na zdroj stejnosměrného proudu. Kromě toho předepisuje tato norma u kondenzátorů skladových délce než 30 dnů před zahájením zkoušek minimálně dvouhodinovou polarizaci, tzn. připojení kondenzátoru na provozní napětí.

Vzhledem k teplotní závislosti odporů  $R1$  a  $R2$  je i zbytkový proud teplotně závislý a jeho velikost se zvětšuje se zvyšující se teplotou. Citovaná norma povoluje až pětinásobné zvětšení zbytkového proudu při změně teploty z +20 °C na +85 °C. Povolená velikost zbytkového proudu závisí na typu kondenzátoru, jmenovitě kapacitě a provozním napětí. Například u miniaturních kondenzátorů s axiálními vývody řad TE 980 až 993 je povolen zbytkový proud dán následujícími vztahy:

$$I_{zb\ max} = 0,05C_{jm}U_{jm} \text{ nebo } 5 \mu\text{A pro součin } C_{jm}U_{jm} \leq 1000 \text{ (platí menší velikost);}$$

$$I_{zb\ max} = 0,03C_{jm}U_{jm} + 20 \text{ pro součin } C_{jm}U_{jm} > 1000, \text{ v nichž } I_{zb\ max} \text{ je maximální povolená velikost zbytkového proudu, } C_{jm} \text{ jmenovitá kapacita kondenzátoru } [\mu\text{F}] \text{ a } U_{jm} \text{ jmenovitá provozní napětí kondenzátoru } [V].$$

Z obr. 7 je zřejmé, že se na výsledné velikosti zbytkového proudu podílí také proud tekoucí odporem  $R3$ . Jeho podíl na zbytkovém proudu je však u nových a dobrých kondenzátorů zanedbatelný, u kondenzátorů, které jsou delší dobu v provozu v znečištěném nebo vlhkém

prostředí (zejména u kondenzátorů miniaturních, které mají povrchové izolační cesty velmi krátké), může být jeho podíl velmi významný. Pro ilustraci si uvedeme povolenou velikost zbytkového proudu např. u TE 984, 10 µF/15 V:

$$I_{zb\ max} = 0,05 \cdot 10 \cdot 15 = 7,5 \mu\text{A.}$$

Odpor, který kondenzátor představuje pro tento proud při 15 V, je

$$R = \frac{U}{I_{zb\ max}} = \frac{15}{7,5 \cdot 10^{-6}} = 2 \text{ M}\Omega.$$

Vezmemeli v úvahu, že vzdálenost mezi anodovým trnem a pouzdrem kondenzátoru (viz např. obr. 2) je asi 1 mm, může se povrchový izolační odpor těsnicí zátky při znečištění a zvlhnutí zmenšit i na takovou velikost, že proud odporem  $R3$  bude větší než proud větví  $R1 + R2$ . Tento vliv se může uplatnit předeším u kondenzátorů s miniaturními rozměry a u kondenzátorů s malou jmenovitou kapacitou. Se zvětšující se kapacitou pozbývá tento vliv na významu, poněvadž povolená velikost zbytkového proudu se zvětšuje. Kromě toho se zvětšují i rozměry a tím se prodlužují vnější povrchové cesty.

Shrnuji uvedené informace, je třeba z hlediska použití počítat s tím, že kondenzátor po nabití nemá nekonečný odpor, ale že jím trvale prochází proud, který se s teplotou zvětšuje. Není proto vhodný tam, kde se požaduje dokonale oddělení stejnosměrného napětí mezi obvody. Dále je třeba počítat s tím, že při delší době skladování (např. není-li zařízení delší dobu v provozu), může v prvních sekundách nebo i minutách po zapnutí zařízení protékat kondenzátorem proud větší, než je povolená velikost podle uvedených vztahů.

### Ztrátový činitel

Připojme-li kondenzátor na zdroj elektrického napětí a to jak stejnosměrného tak střídavého, vznikají v něm ztráty.

Při stejnosměrném napětí mají rozhodující význam ztráty v důsledku vodivosti dielektrika, jež, jak bylo již uvedeno, způsobuje vznik zbytkového proudu kondenzátoru. Z obr. 7 je patrné, že při zanechání vlivu  $R3$  zbytkový proud protéká odpory  $R1$  a  $R2$ , na nichž vznikají ztráty, které se mění v kondenzátoru v teplotě. Velikost těchto ztráty je dána vztahem

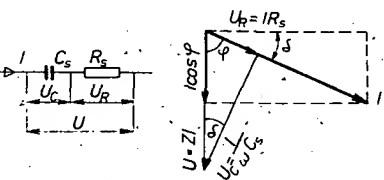
$$P_{ss} = (R1 + R2)/I_{zb}^2.$$

Protože je zbytkový proud relativně malý, jsou ztráty a tím i oteplení z tohoto titulu v praxi málo významné.

Po přiložení střídavého napětí na kondenzátor vznikají v něm kromě ztrát „vodivostních“ ještě další ztráty. Zatímco v ideálním bezztrátovém kondenzátoru by vektor proudu předstihal vektor napětí o fázový úhel  $\varphi = 90^\circ$ , je v reálném kondenzátoru fázový úhel  $\varphi$  menší než  $90^\circ$  o úhel  $\delta$ . Velikost tohoto úhlu je úměrná velikosti ztrát a zvětšuje se se zvětšujícími ztráty.

V technické praxi se ztráty v kondenzátoru kvantitativně vyjadřují nejčastěji jako tangenta ztrátového úhlu ( $\tan \delta$ ), méně častěji jako ztrátový výkon ( $P_{si}$ ), tj. elektrická energie, která se za dobu 1 sekundy přemění v kondenzátoru na teplo. K určení velikosti ztrát se obvykle vyšetruje chování kondenzátoru v obvodu střídavého proudu z předpokladu, že jsou lineární pochody v dielektriku. Používá se k tomu ekvivalentního náhradního obvodu, složeného z ideálního bezztrátového

kondenzátoru o kapacitě  $C$  a ekvivalentního odporu  $R$ . Pro elektrolytický kondenzátor, u něhož jsou rozhodující sériové řazené složky způsobující ztráty, se ekvivalentní kapacita a odpor řadí sériově ( $C_s$ ,  $R_s$ ) – viz obr. 8.



Obr. 8. Sériový ekvivalentní odpor a jeho vektorový diagram

Z vektorového diagramu lze stanovit výraz pro vyjádření velikosti ztrátového činitele  $\operatorname{tg} \delta$

$$\operatorname{tg} \delta = U_R / U_C = \frac{IR_s}{U} = \omega C_s R_s$$

nebo výraz pro ztrátový výkon

$$P_{st} = UI \cos \varphi = \frac{\omega C_s U^2 \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg} \delta}$$

Ze vztahu pro  $\operatorname{tg} \delta$  je zřejmé, že  $\operatorname{tg} \delta$  je kmitočtě závislý a že se zvětšuje se zvyšujícím se kmitočtem. Z tohoto důvodu bude i fázový úhel  $\varphi$  mezi napětím a proudem kmitočtově závislý a bude se zmenšovat se zvyšujícím se kmitočtem. Bude-li fázový úhel  $\varphi$  mezi napětím a proudem nulový, přestává být kondenzátor v podstatě kondenzátem a jeví se navenek pouze jako odporný prvek. Zvětšuje-li se fázový úhel  $\varphi$  z nuly v opačném smyslu (do kladných velikostí), začne se kondenzátor projevovat navenek jako indukčnost.

Rovněž ztrátový výkon daný vztahem pro  $P_{st}$  se zvětšuje zvyšujícím se kmitočtem. Tato skutečnost je velmi důležitá při provozu kondenzátorů v obvodech s proměnným kmitočtem. Protože ztrátový výkon se v kondenzátoru mění v teplotě, lze kondenzátor zatěžovat jen do určitého ztrátového výkonu. Přesněji řečeno jen tak, aby oteplení kondenzátoru neprekročilo přípustnou mez. V praxi to znamená, že se zvyšujícím se kmitočtem je nutné zmenšovat velikost střídavého napětí přiloženého na kondenzátor. Povolená velikost ztrátového výkonu je dána konstrukcí kondenzátoru a tepelnou odolností jeho jednotlivých částí. Pro praktický provoz však výrobce kondenzátoru uvádí maximální velikost superponované složky střídavého proudu, jež je příčinou oteplení kondenzátoru. Tu stanovuje z oteplení povrchu pouzdra kondenzátoru, které nemá při teplotě okolo  $+40^\circ\text{C}$  a kmitočtu 100 Hz přesáhnout  $+7^\circ\text{C}$ . Pro výpočet platí následující empirický výraz

$$I = \sqrt{\frac{\theta F \beta}{R_s}}$$

Kde  $I$  je efektivní hodnota proudu,  $\theta$  oteplení povrchu pouzdra kondenzátoru,

$F$  povrch kovové části kondenzátoru,  $\beta$  součinitel přestupu tepla závislý na konstrukci kondenzátoru,

$R_s$  sériový ekvivalentní odpor.

Z obr. 8 je zřejmé, že velikost protékajícího proudu je dána také vztahem

$$I = U/Z$$

kde  $Z$  je impedance reálného kondenzátoru, daná vztahem

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C_s}\right)^2} = \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg} \delta^2}{\omega C_s}}$$

Vypočteme-li ze vztahu pro  $P_{st}$  velikost napětí v závislosti na kmitočtu pro konstantní ztrátový výkon a porovnáme-li výsledek s vypočtenou impedancí (podle vztahu pro  $Z$ ) pro dané kmitočty, zjistíme, že se impedance do určitého kmitočtu zmenšuje mnohem rychleji než napětí. Znamená to, že i když se musí napětí se zvyšujícím se kmitočtem (z důvodu neprekročení ztrátového výkonu) zmenšovat, může protékat kondenzátem větší proud, aniž by byl překročen povolený ztrátový výkon. Prakticky to znamená, že lze proud vypočítány ze vztahu pro  $I$  se zvyšujícím se kmitočtem zvětšovat. Napak při zatěžování kondenzátoru proudem s kmitočtem nižším než 100 Hz musí být skutečný proud menší než vypočítaný. Jak je třeba skutečný proud zmenšit, lze vypočítat ze vztahů pro  $P_{st}$ , pro  $I$  a pro  $Z$ . Pro usnadnění práce, uvádějí výrobci obecně platné korekční činitele, jimiž je třeba násobit vypočítaný proud  $I$ , aby se zjistil skutečný proud pro jednotlivé kmitočty:

f [Hz]	korekční činitel
50	0,8
100	1
400	1,2
800	1,3
1000	1,35
2000 a vyšší	1,4

Zbývá ještě zdůraznit, že běžné typy elektrolytických kondenzátorů, o kterých byla dosud řeč, se mohou střídavým proudem zatěžovat pouze v polarizovaném stavu, tzn., že na kondenzátor musí být kromě střídavého napětí přiloženo také napětí stejnosměrné. Proto se proudová zátěž uvádí vždy v souvislosti se superponovanou složkou střídavého napětí. Zbývá ještě připomenout, že součet stejnosměrného napětí a vrcholové složky střídavého napětí nesmí překročit jmenovité napětí kondenzátoru. Platí přitom ještě jedna podmínka, že vrcholová hodnota střídavého napětí smí být jen tak veliká, aby byl kondenzátor namáhan nejvýše napětím 2 V opačné polarity (+ na katodě, – na anodě). To sice nesouvisí se ztrátami v kondenzátoru a ztrátovým činitelem, ani s unipolárností dielektrické vrstvy, ale s formováním katodové elektrody. Každá hliníková katodová elektroda je totiž pokryta tenkou vrstvou  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , který vzniká samovolnou oxidací (reakce hliníku se vzdušným kyslíkem). Toužka takto vzniklé vrstvy odpovídá tloušťce  $\text{Al}_2\text{O}_3$  vzniklé anodickou oxidací při napětí asi 2 až 3 V. Kapacita elektrolytického kondenzátoru je dána vlastně sériovým spojením anodové a katodové kapacity, což se při návrhu konstrukce kondenzátoru zahrnuje do výpočtu a příslušně se upravují rozměry elektrod. Překročili kladné napětí na katodě při přiložení superponované střídavé složky velikost 2 V, začne probíhat anodická oxidace katodové elektrody, při níž se zvětší tloušťka této přirozené kysličníkové vrstvy – důsledkem je zmenšení kapacity kondenzátoru.

Při zatěžování jen střídavým napětím musí být elektrolytické kondenzátory zvlášť uzpůsobeny. Těmito kondenzátory se říká bipolární a používají se např. jako rozbehové (motorové) kondenzátory nebo kondenzátory pro tónové kmitočty např. do elektrických výhybek.

Shrneme-li uvedené informace, pak můžeme říci, že pokud připojíme na kondenzátor pouze stejnosměrné napětí, nemusíme se o vzniklé ztráty v kondenzátoru v praxi zajímat. Pokud je však na kondenzátor připojeno i střídavé napětí, pak je třeba brát v úvahu jak velikost tohoto napětí, tak velikost protékajícího proudu. Protože kondenzátor bývá často zapojen v obvodech s nesinusovým průběhem proudu, je pro hodnocení vlivu protékajícího proudu rozhodující znalost efektivní hodnoty tohoto proudu. Proto je třeba pro měření volit správnou metodu nebo takový přístroj, který měří efektivní hodnotu (např. elektromagnetický nebo tepelný, ne však přístroj se systémem magnetoelektrickým).

## Kapacita

Kapacita kondenzátoru je dána geometrickými rozměry elektrod, permitivitou kysličníkové vrstvy a její tloušťkou. V geometrických rozměrech je zahrnuto i zvětšení povrchu anody leptáním. V této souvislosti hovoříme o tak zvaném činiteli zvětšení a o měrné kapacitě, vyjádřené na jednotku plochy anody (u hliníkových kondenzátorů), nebo na jednotku objemu (u tantalových kondenzátorů). Pro uživatele není měrná kapacita důležitým parametrem. Je však rozhodující pro velikost budoucího kondenzátoru, což však uživateli již zajímá. Měrná kapacita se zatím stále zvětšuje díky zkvalitňujícím se procesům jak metalurgickým při výrobě hliníkové fólie, tak následných procesů elektrochemických při výrobě elektrod, jak je tomu v případě hliníkových kondenzátorů. Stejně tomu je i u tantalových kondenzátorů, u nichž zkvalitňování tantalového prachu a technologie lisování a sintrování umožňuje vyrábět anody menších rozměrů.

Za posledních 30 let se např. rozměry hliníkových kondenzátorů zmenšily až neuvěřitelně. Ukazuje to následující přehled vývoje kondenzátorů s axiálními vývody, které se z celé rodiny elektrolytických kondenzátorů zatím používají nejčastěji, jak v profesionální, tak amatérské praxi. Jednotlivé typy jsou seřazeny chronologicky tak, jak na sebe navazovaly od roku 1955 (TC 500) do roku 1983 (TF 007) (viz str. 72 nahoře).

Z uvedeného přehledu je patrné, že se podstatně zmenšily nejen rozměry a váha, ale že se zvětšila i užitná hodnota mimojiné rozšířením rozsahu provozních teplot.

Vraťme se však k charakteristickému parametru kondenzátoru, jímž je kapacita. Jak bylo uvedeno, je kapacita dána geometrickými rozměry a permitivitou dielektrika. To však platí pouze pro určitý stav. S kmitočtem a teplotou se kapacita mění. Tuto závislost nelze přiřídit ani tak na vrub tepelné a kmitočtové závislosti permitivity, která není v oboru nízkých kmitočtů a teplotního rozsahu kondenzátoru tak významná, ale je dána spíše konstrukcí kondenzátoru a vlastnostmi impregnacního elektrolytu, který tvorí vlastní katodu. Konstrukční řešení, uspořádání elektrod a vývodů uvnitř kondenzátoru i jeho geometrické rozměry a impregnacní elektrolyt zásadně ovlivňují kmitočtovou a teplotní závislost kapacity, ale i nejvyšší kmitočet, při němž lze ještě použít kondenzátor jako kapacitní prvek (viz pojednání o  $\operatorname{tg} \delta$  a fázovém úhlu  $\varphi$ ).

Kapacita v rozmezí od 100 Hz po horní hranici „kmitočtové použitelnosti“ se může zmenšit o 10 až 20 %. Změna kapacity v závislosti na teplotě má obrácený průběh. Se vzrůstající teplotou se kapaci-

## Přehled vývoje charakteristických vlastností el. kondenzátorů

Typ	Teplotní rozsah [°C]	Rozměr [mm]	Měrný objem [mm³/μF]	Hmotnost [g]
TC 500		Ø 22x55	83	23,5
250 μF/12 V	-20 až +60	Ø 26x55	58	37,0
500 μF/12 V				
TC 903		Ø 13x46 1)	30	-
200 μF/12 V	-10 až +70	Ø 11,5x35 1)	18	-
500 μF/12 V				
TC 963				
200 μF/12 V	-10 až +70	Ø 11,5x35 1)	18	-
500 μF/12 V				
TE 984				
200 μF/15 V	-40 až +70	Ø 8,5x24	6,8	2,8
500 μF/15 V		Ø 11,5x29	6	5,3
TF 007				
220 μF/10 V	-40 až 85	Ø 8,5x17,5	4,5	2,0
470 μF/16 V	2)	11,5x20	4,4	3,2

1) V provedení s drátovými vývody se nevyroběl.

2) Kondenzátory mohou pracovat až do teploty +100 °C při zkrácené době života.

ta zvětšuje. Přírůstek kapacity v rozsahu teplot +20 °C až horní mezní teplota může být 10 až 20 %. Vliv snižování teploty pod +20 °C se však na změnu kapacity projevuje mnohem výrazněji, zejména u kondenzátorů s menším jmenovitým napětím (nikoli však vlivem připojení menšího provozního napětí, než je napětí jmenovité). U kondenzátorů s nejmenším provozním napětím se může kapacita zmenšit až o 40 %. Při překročení nejnižší provozní teploty kondenzátor následkem „zamrznutí“ impregnačního elektrolytu „přestává mít kapacitu“ díky velmi malé vodivosti impregnačního elektrolytu. Tento jev je však vratný – po rozmrznutí nabývá kondenzátor opět kapacity. Počupitelně jen tehdy, nebyl-li následkem velmi nízké teploty mechanicky poškozen.

S kmitočtovou a teplotní závislostí je třeba při návrhu obvodů počítat a nepoužívat např. z úsporných důvodů elektrolytický kondenzátor tam, kde svými parametry nemůže na požadovanou funkci stačit.

### Impedance

Impedance, i když nepatří k základním parametrům kondenzátoru, je rovněž velmi důležitou vlastností a v poslední době se stává stále významnější. Jak již bylo uvedeno, lze si elektrolytický kondenzátor představit jako ideální bezzádrátový kondenzátor zapojený v sérii s rezistorem určitého odporu (obr. 8). Poněvadž jednotlivá napětí (na rezistoru a kondenzátoru jsou fázově posunuta, zjistíme impedanci reálného kondenzátoru vektorovým součtem odpovídajících složek ( $R_s$ ) a kapacitní reaktance  $(\frac{1}{\omega C})$ .

Vztah pro výpočet impedance  $Z$  byl již uveden.

Impedance ideálního bezzádrátového kondenzátoru ( $= 1/\omega C$ ) je vždy menší než impedance reálného kondenzátoru a to o impedance odpovídajících a indukčních prvků. Při nižších kmitočtech se především uplatňuje vliv odporu impregnačního elektrolytu, při vysokých kmitočtech vliv indukčnosti vlastního systému kondenzátoru (svítek, vývody). Impedance reálného kondenzátoru je tedy ovlivněna řadou činitelů, mezi které patří také konstrukční provedení a použité materiály.

Z toho, co bylo již uvedeno, je jistě zřejmé i to, že impedance kondenzátoru bude značně teplotně závislá. Poněvadž impedance patří k důležitým vlastnostem

kondenzátoru, je její velikost a její závislost předepsaná normami. Ke kritické změně impedance dochází při nízkých teplotách, při nichž se výrazně projevuje teplotní závislost impregnačního elektrolytu (zhoršení vodivosti), proto se uvádí maximální povolená změna impedance při změně teploty z +20 °C na nejnižší provozní teplotu. Např. ČSN 35 8350 povoluje následující zvětšení impedance při změně teploty z +20 °C na -40 °C (při  $f = 50$  Hz):

jmenovité napětí kondenzátoru	max. zvětšení impedance
do 6,3 V	20x
nad 6,3 do 16 V	10x
nad 16 do 160 V	8x
nad 160 V	15x

Vzhledem k tomu, že se elektrolytické kondenzátory používají v nejrůznějších aplikacích, je rovněž důležitá jejich impedance při vyšších kmitočtech. Proto se hodnotí také impedance kondenzátoru při 10 kHz, neboť toto měření je objektivním měřítkem nejen pro posouzení technické úrovně kondenzátoru, ale i kvality výrobního pochodu, poněvadž může postihnout několik vlivů najednou.

Teplotní a kmitočtové závislosti tohoto parametru budou uvedeny dále na konkrétních typech vyráběných kondenzátorů.

### Doba života kondenzátoru

Obecně je dobou života součástky schopnost plnit požadovanou funkci do dosažení mezního stavu. V podstatě je to doba, po níž si součástka uchová své parametry v předepsaných mezech. U kondenzátorů jsou těmito parametry kapacita, ztrátový činitel a zbytkový proud.

Provozem se každá součástka opotřebuje („starne“) a nejinak je tomu i u elektrolytického kondenzátoru. Stárnutí kondenzátoru se projevuje zmenšováním kapacity, zvětšováním ztrátového činitela a zvětšováním zbytkového proudu. Kapacita kondenzátoru se zmenšuje v podstatě ze dvou důvodů. Během provozu probíhá uvnitř kondenzátoru elektrochemický pochod, při němž se zvětšuje tloušťka dielektrické vrstvy, což není nic jiného, než že se zvětší vzdálenost mezi elektrodami. Poněvadž obecně je kapacita kondenzátoru nepřímo úměrná vzdálenosti elektrod, je zvětšení tloušťky dielek-

trické vrstvy příčinou zmenšení kapacity. U dobré připravené (naformované) anodové elektrody není však zmenšení kapacity tímto jevem příliš významné. Rozhodující je druhá příčina – zmenšování katody.

Katoda se zmenšuje vlivem úbytku impregnačního roztoku v kondenzátoru. Tento úbytek je způsoben jednak probíhajícím elektrochemickým pochodem, při němž se roztok rozkládá za vývoje plynných složek, jednak únikem roztoku vlivem nedokonalého těsnění kondenzátoru. Rychlosť rozkladu elektrolytu je přímo úměrná velikosti zbytkového proudu. Proto se bude tento jev u kondenzátorů s menším zbytkovým proudem projevovat pomaleji, než u kondenzátorů s větším zbytkovým proudem. Dá se však říci, že dominující vliv na zmenšení kapacity má netěsnost kondenzátoru, k níž dochází následkem stárnutí těsnicích prvků. Nepravidlný vliv na stárnutí těsnění má jak teplota, která urychluje stárnutí, tak také náhlé střídání provozních teplot. Vzhledem k tomu, že v praxi nelze kondenzátor dokonale utěsnit, je nutno se zmenšením kapacity během provozu počítat. Poněvadž provozní teplota výrazně ovlivňuje stárnutí kondenzátoru, bude mít velikost provozní teploty rozhodující vliv na dobu života kondenzátoru. Obecně lze říci, že se zvyšováním provozní teploty se na každých 10 °C zkráti doba života asi na polovinu. Např. u nové řady kondenzátorů TF 006 až 013 zaručuje k. p. TESLA Lanškroun při +100 °C dobu života minimálně 500 hodin. Při snížení provozní teploty na +40 °C lze očekávat prodloužení doby života na 32 000 hodin. V důsledku tepelné roztažnosti, odpařování a rozkladu na plynné složky mohou vnitřní přetlak způsobit netěsnost a v krajním případě i destrukci kondenzátoru. (Starší čtenář Amatérského radia si určitě vzpomenou na fotografii, která dokumentovala, co „umí“ elektrolytický kondenzátor při destrukci.) Z toho důvodu jsou kondenzátory větších kapacit, popř. kondenzátory s větším nábojem opatřeny ventilem ve formě zátky. Tyto kondenzátory je nutno montovat tak, aby ventil mohl splnit svou funkci – aby se při určitém přetlaku mohl vysunout z pouzdra nebo víka kondenzátoru. Tím se zabrání téměř jisté destrukci, avšak za cenu vyřazení kondenzátoru z dalšího provozu, poněvadž po vysunutí ventila velmi rychle vyschne impregnační elektrolyt. Proto jsou některé typy kondenzátorů novějších konstrukcí některými výrobci opatřeny ventilem, který po uvolnění přetlaku znovu kondenzátor uzavře a plní dále funkci ventilu.

Ztrátový činitel se zhoršuje (zvětšuje) současně se zmenšováním kapacity následkem vysychání impregnačního elektrolytu. Ztrátový činitel se však může zhoršit také následkem zvětšení odporu kontaktních spojů provedených zejména nýtováním. Spojy se mohou uvolnit přirozenou únavou materiálu, ale také zvětšenou tepelnou zátěží při pájení kondenzátoru. Poněvadž impedance kondenzátoru je dána jak jeho kapacitou, tak také ztrátovým činitelem, není třeba zvláště zdůrazňovat, že stárnutí kondenzátoru se projeví i zvětšováním impedance.

Zbytkový proud nebývá činitelem omezujícím dobu života polosuchého a mokrého kondenzátoru. Z hlediska dlouhodobého provozu má obvykle mírně klesající tendenci nebo konstantní průběh. Příčinou opačného jevu jsou obvykle defektní místa v dielektriku, která nejsou s to se regenerovat vlastním provozem. Proud v těchto defektních místech způsobuje lokální přehřátí kysličníkové vrstvy. Při

zvyšování teploty této vrstvy se zvětšuje i zbytkový proud a v takto lokálně přehrátem místě se vytvářejí podmínky k neustálému zvětšování proudu, jež vede obvykle k předčasnemu ukončení doby života kondenzátoru následkem průrazu. Prvotní příčinou takového průrazu může být velmi často překročení jmenovitého napětí kondenzátoru, které nemusí být trvalého charakteru. Na základě dlouhodobých zkoušek a rozborů lze říci, že ukončení života následkem průrazu je u kondenzátorů s tekutým elektrolytem ojedinělým jevem. Rozhodující vliv hraje úbytek kapacity a zvětšení ztrátového činitele následkem vysychání.

U kondenzátorů s tuhým elektrolytem k vysychání nedochází, takže úbytek kapacity a zhoršení (zvětšení) ztrátového činitele nejsou rozhodujícími činiteli, omezujícími dobu života kondenzátoru. Rozhodující vliv na dobu života má zbytkový proud, který se po delší době provozu mírně zvětšuje. Tento vliv se však uplatňuje obvykle mnohem později než vysychání u polosuchého nebo mokrého provedení. Proto má tento druh kondenzátorů delší dobu života.

### Spolehlivost provozu

Spolehlivost je definována normou jako obecná vlastnost součástky, spočívající ve schopnosti plnit požadovanou funkci při zachování hodnot stanovených provozních ukazatelů v daných mezech. Jako ukazatel spolehlivosti pro elektrotechnické součástky se obvykle uvádí intenzita poruch ( $\lambda$ ), která udává pravděpodobný výskyt poruch dané součástky v závislosti na době provozu. Je to vlastní číslo, představující pravděpodobnost, že součástka v daném období dojde k poruše za danou dobu provozu. Např.  $\lambda = 1 \cdot 10^{-6} \text{ h}^{-1}$  znamená, že bude-li v provozu např. 1000 součástek po dobu 1000 hodin, lze očekávat během této doby poruchu jedné součástky. Nelze však říci, že při provozu 1 součástky dojde k poruše za dobu 10<sup>6</sup> hod.

Údaj intenzity poruch se vztahuje pouze na dobu užitého života součástky, která je mimo jiné dána provozními podmínkami a u elektrolytického kondenzátoru to může být treba jen 1000 hodin. Nelze proto zaměňovat dobu života součástky s její spolehlivostí. Můžeme mít součástku s velkou spolehlivostí, ale s krátkou dobou života, nebo také s horší spolehlivostí, avšak s dlouhou dobou života. Která z těchto součástek je pro praktický provoz vhodnější, nelze jednoduše říci. To bude záležet na zařízení a na tom, co se od jeho praktického provozu požaduje. Jednoznačně lze však říci, že ze součástek se stejnou spolehlivostí má lepší technickou úroveň součástka s delší dobou života. Ta ovšem bude také dražší.

S údajem intenzity poruch se však musí uvádět, za jakých podmínek (teplota okolí, úroveň elektrické zátěže) a pro jaká kritéria tento údaj platí, např. pro katastrofickou poruchu, při níž součástka zcela selže (průraz nebo přerušení), nebo pro „parametrickou“ poruchu, při níž některý parametr přestoupí stanovené meze. U součástek se tento pravděpodobnostní údaj uvádí buď jako horní hranice 60 % konfidenčního intervalu, nebo jako oboustranný 90 % konfidenční interval.

Za zmínu stojí ještě informace o časovém rozložení výskytu poruch. Poruchy se vyskytují nejčastěji v počáteční fázi provozu. Je to období tzv. časných poruch, jejichž příčinou, vyloučíme-li příčiny přetížení, jsou skryté vadny materiálu, nahodilé, jevy při výrobě součástky, ale i vlivy skladování a manipulace při jejich montáži.

z do zařízení. Období výskytu časných poruch může trvat několik hodin, ale i několik set hodin. Proto bývá u výrobců zařízení zvykem provádět tzv. zahořování, které má postihnout období časných poruch nejen použitých součástek, ale také montážních operací a tím zajistit nejen správnou funkci zařízení, ale i provozní spolehlivost.

Pokud lze o spolehlivost provozu elektrolytických kondenzátorů, platí zde analogicky stejné negativní vlivy, jaké byly uvedeny ve statí o době života. Provozní teplota má vliv nejen na dobu života, ale také na spolehlivost. Se zvýšující se teplotou se spolehlivost zhorší. Závislost má exponenciální charakter a její strmost je dána konstrukcí kondenzátoru, použitými materiály a úrovni technologie výroby. Např. u nové řady TF 006 až 013 odpovídá intenzita poruch v závislosti na teplotě vztahu

$$\lambda_{Tx} = \lambda_T \cdot 2^{\frac{T_x - T}{10}}$$

kde  $\lambda_{Tx}$  je hledaná intenzita poruch pro teplotu  $T_x$ ,

$\lambda_T$  známá intenzita poruch při teplotě  $T$ ,  $T$  teplota, pro niž má být stanovena intenzita poruch,

$T$  teplota, pro niž je intenzita poruch známa.

Doba života těchto kondenzátorů byla při zkouškách spolehlivosti a při součtu katastrofických a parametrických poruch při teplotě +85 °C a jmenovitém napětí delší než 3000 hodin. Konec života byl definován poruchou 5 % vzorku.

Vliv provozního napětí se, pokud není překročena jeho jmenovitá velikost, neuplatňuje v takové míře jako teplota. Je třeba však pamatovat na to, že součet provozního stejnosměrného napětí a vrcholové hodnoty superponované střídavé složky nesmí překročit jmenovité napětí kondenzátoru. Z hlediska spolehlivého provozu je však vhodnější nezatěžovat kondenzátor plným jmenovitým napětím. V praktickém provozu může docházet k přetížení vlivem přechodových jevů nebo i při poruše jiné součástky. Z hlediska spolehlivosti provozu se vyplatí nechat z tohoto důvodu určitou rezervu, byť i za cenu nutnosti použít kondenzátor na větší provozní napětí. Nepatrne větší cena součástky se v provozu několikanásobně vrátit.

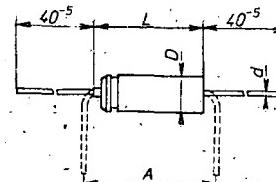
### Odolnost proti častému nabíjení a vybíjení

Elektrolytické kondenzátory jsou používány také v obvodech, kde jsou vystaveny častému nabíjení a vybíjení. Při tomto režimu působí na kondenzátor hlinavě dva degradaci činitele. Jsou to především velké proudové impulsy při nabíjení, ale i při vybíjení kondenzátoru. Je třeba si uvědomit, že při připojení kondenzátoru na napěťový zdroj představuje kondenzátor v okamžiku připojení téměř zkrat. Přesněji řečeno, kondenzátor představuje jen odpor daný sériovými odpovorými složkami (viz náhradní schéma), které jsou podle typu kondenzátoru a jeho kapacity řádu jednotek nebo desítek ohmů, ale i desetin nebo setin ohmů. Při použití zdroje o velmi malém vnitřním odporu je pak nabíjecí proud tak velký, že by mohl kondenzátor poškodit. Proto musí být u kondenzátoru pro tento účel vnitřní spoje uzpůsobeny tomuto pravidelnému namáhání. Přesto výrobce obvykle předepisuje pro ten který typ odpor vnějšího ochranného rezistoru, který omezí nabíjecí proud. Odpor ochranného rezistoru musí spolu s kapacitou kondenzátoru tvořit minimální časovou konstantu, kterou je nutno dodržet.

Ke stejnemu jevu dochází také při vybíjení. Navíc při vybíjení působí ještě druhý činitel, který má opačný smysl než proud nabíjecí, při němž se vytváří na hliníkové katodové elektrodě vrstvička  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Vzniká tak jakýsi další kondenzátor, který je s původním zapojen v sérii. Jak je jistě každému známo, je výsledná kapacita sériově řazených kondenzátorů menší než kapacita kteréhokoli z nich; jinak tomu není ani v popsaném případě. Kapacita při opakování nabíjecích a vybíjecích cyklu se může z tohoto důvodu zmenšit po  $10^6$  cyklech i o 50 %. V obvodech, v nichž se kondenzátory často nabíjejí a vybíjejí je třeba používat typy s leptanou katodovou elektrodou. U kondenzátorů do jmenovitého napětí 70, popř. 100 V se leptaná katoda používá běžně. Proto jsou tyto kondenzátory proti nabíjení a vybíjení odolnější. Pro větší provozní napětí se k tomuto účelu musí vyrábět kondenzátory zvláště, poněvadž běžné provedení má katodovou folii hladkou. Výrobce však obvykle uvádí, jsou-li kondenzátory odolné proti častému nabíjení a vybíjení, případně jaký druh katodové elektrody je u nich použit. Z toho si lze učinit představu, zda kondenzátor lze pro daný účel použít či nikoli. Ale i tehdy, použijeme-li vhodný typ kondenzátoru, je nutno počítat se zmenšením jeho kapacity (při  $10^6$  pracovních cyklech obvykle méně než 10 %).

Tim jsme v podstatě vyčerpali ty nejjednodušší informace o elektrolytických kondenzátořech. Zbývá ještě uvést několik údajů o nových výrobcích k. p. TESLA Lanškroun.

V minulém roce byla zahájena sériová výroba nového typu elektrolytického kondenzátoru, který má postupně nahradit miniaturní typy TE 980 až 990. Nové kondenzátory se vyrábějí na moderních automatických linkách vyvinutých a vyrobených v k. p. TESLA Lanškroun. Nová konstrukce kondenzátoru a moderní technologie výroby umožňují na těchto linkách vysokou produktivitu výrobu kondenzátorů s podstatně lepší technickou úrovní, než jakou má dosavadní provedení. Nové kondenzátory mají označení TF 006 až 013 a svými vlastnostmi odpovídají rozměrové specifikaci T 663.



Obr. 9. Rozměry TF 006 až 013

### Základní parametry TF 006 až 013

#### Rozměry (obr. 9)

Velikost	Rozměry [mm]				Hmotnost [g]
	D	L	A	d	
3	6,5	17,5	22,5		1,2
4		15	20		1,5
5	8,5		17,5	22,5	2
6	10	20	25		2,8
7	11,5	20	25		3,2
8		30	35		5,5

### Jmenovitá kapacita a napětí

Jmenovitá kapacita [ $\mu\text{F}$ ]	Typové označení/jmenovité napětí [V]							
	TF 006	TF 007	TF 008	TF 009	TF 010	TF 011	TF 012	TF 013
6,3	10	16	25	40	63	100	160	
2,2								3
4,7								3
10								4
22					3	4	5	7
47					4	5	7	8
100		3			6	7	8	
220	4	5	7	6	7	8		
470		6						
1000	7	8						

Ztrátový činitel ( $t_a = 20^\circ\text{C}$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$ )

U [V]	6,3	10	16	25	40	63	100	160
$\text{tg} \delta$	0,37	0,30	0,25	0,22	0,20	0,16	0,15	0,16

$U$  – jmenovité napětí

► Kategorie klimatické odolnosti  
40/85/56 (40/100/56), to znamená rozsah provozních teplot  $-40$  až  $+85^\circ\text{C}$ , případně  $100^\circ\text{C}$  při zkrácené době života.

Odobnost proti nabíjení a vybíjení je zaručována při teplotě  $+15$  až  $+35^\circ\text{C}$  počtem  $10^6$  pracovních cyklů při změně kapacity do 10 %.

Spolehlivost

$\lambda = 5 \cdot 10^{-6} \cdot \text{h}^{-1}$  při teplotě okolo  $+85^\circ\text{C}$  a jmenovitém provozním napětí. Kritériem poruchy je průraz, přerušení, zmenšení kapacity pod  $1/3$  jmenovité velikosti a zvýšení  $\text{tg} \delta$  na velikost větší než 199 %.

Povolený efektivní superponovaný střídavý proud ( $t_a = 40^\circ\text{C}$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$ )

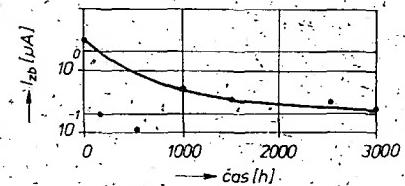
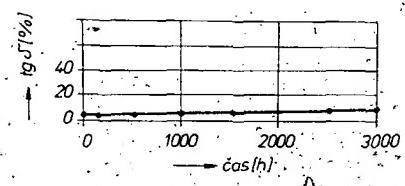
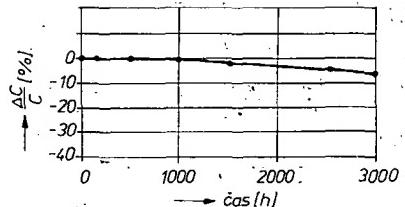
Jmenovitá kapacita [ $\mu\text{F}$ ]	$I_{st}$ [mA]							
	6,3 V	10 V	16 V	25 V	40 V	63 V	100 V	160 V
2,2								50
4,7								
10						95	110	
22					130	150	180	150
47				170	210	260	220	260
100		180		270	260	320	390	
220	240	290		550	420	560		
470		470			740			
1000	660		970					

Korekce st proudu v závislosti na kmitočtu

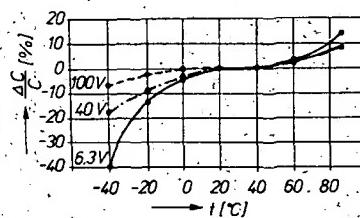
Kmitočet [Hz]	Korekční činitel
50	0,8
100	1
800	1,3
1000	1,35
2000	1,4

Korekce st proudu v závislosti na teplotě

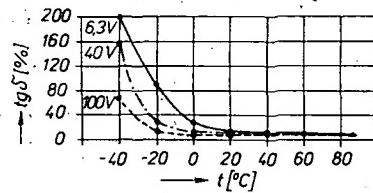
Teplofa [°C]	Korekční činitel
40	1
50	0,9
60	0,6
70	0,2



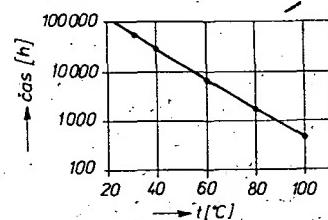
Obr. 13. Změny elektrických parametrů u TF 013, 2,2  $\mu\text{F}$  při dlouhodobém provozu ( $t_a = +85^\circ\text{C}$ , provozní napětí 160 V); a – změna kapacity, b – ztrátový činitel, c – zbytkový proud.



Obr. 10. Závislost kapacitý na teplotě



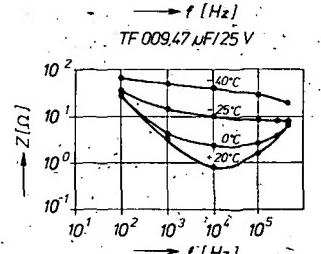
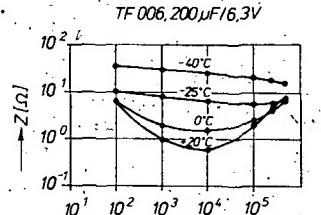
Obr. 11. Závislost ztrátového činitele na teplotě



Obr. 14. Doba života v závislosti na teplotě

### Literatura

- [1] Kocman, V.: Fyzika a technologie elektrotechnických materiálů. SNTL: Praha 1971.
- [2] Sklenář, S.: Vlastnosti elektrolytických kondenzátorů hliníkových miniaturních. Konference Pasivní součástky, Brno 1983.
- [3] Prospekty, katalogy a technické specifikace k. p. TESLA Lanškroun.
- [4] ČSN 35 8350.
- [5] ČSN 01 0102.



Obr. 12. Závislost impedance na kmitočtu a teplotě

Na závěr ještě několik základních údajů nového typu kapkových tantalových kondenzátorů řady TE 131 až 135 s tuhým elektrolytem podle rozměrové specifikace T 693.

Špičkové napětí: 1,15  $U_{im}$ .  
Zbytkový proud vel. 1: max. 2  $\mu\text{A}$ ,  
vel. 2 a 3: max.  $0,05CU$  ( $\mu\text{A}$ ;  $\mu\text{F}$ , V) při  $+25^\circ\text{C}$ ,  
max.  $0,15CU$  ( $\mu\text{A}$ ;  $\mu\text{F}$ , V) při  $+85^\circ\text{C}$ .  
Ztrátový činitel: max. 15 % při  $f = 50 \text{ Hz}$ .  
Kategorie klim. odolnosti: 55/85/21.

# Účinná směrová anténa pro převáděče v pásmu 2 m

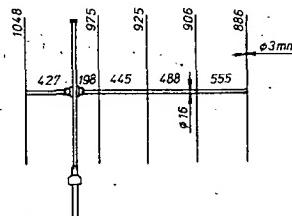
Ing. Jaromír Závodský, OK1ZN

## Úvod

V současné době je v ČSSR v provozu celá řada FM amatérských převáděčů v pásmu 145 až 146 MHz. Kvalitní spojení, které tyto převáděče umožňují i s mobilním a přenosným zařízením, získává stále větší oblibu mezi mnoha radioamatéry. V některých lokalitách je dokonce možné pracovat současně přes dva převáděče a tím způsobovat ostatním stanici rušení. V jiných případech je žádoucí zvětšit vyzařovaný výkon nebo citlivost přijimače použitím směrové ziskové antény.

Tento můj příspěvek chce pomoci těm, kdo se rozhodnou postavit pro tento druh provozu účinnou a přitom konstrukčně jednoduchou a levnou základnovou příp. přenosnou anténu. Dosud bylo v naší literatuře velmi málo napsáno o vertikálních směrových anténách pro VKV, které jsou nutné pro kvalitní oboustranné spojení. Některé publikované návody pro antény s horizontální polarizací jsou nevhodné pro polarizaci vertikální. Vzniká dosti značná vazba s nosným stožárem a tím k posuvu maximálního záření z elektrovního nulového úhlu. Někdy je nutná dost náročná konstrukce na oddálení vertikální antény od nosného stožáru. Popisovaná anténa je speciálně navržena pro svislou polarizaci. Jedná se o směrovou anténu typu YAGI s jedním reflektorem a čtyřmi direktory o celkové délce 2113 mm. Tato směrová anténa má velmi dobré elektrické vlastnosti při zachování jednoduché konstrukce a malé výhyby. Protože jsou v anténě použity pasivní prvky zhotovené z neobvykle malého průměru, vykazuje velmi nízkou vahu a ve složeném stavu ji lze snadno převážet.

Anténa byla nastavena a proměřena na anténním pracovišti TESLA Pardubice.



Obr. 1. Hlavní rozměry směrové antény

## Popis antény.

Po pečlivém rozboru dosažitelných vlastností směrové antény typu YAGI při zachování únosných rozměrů a jednoduché konstrukce byla navržena a zhotovena šestiprvková anténa sestávající ze čtyř direktorů, jednoho reflektoru a vlastního zářiče. Aktivní zářič je celý složen z úseků souosých kabelů 50 a 75 Ω, bez použití kovových trubek. Při návrhu vyzařovacího diagramu byla dána přednost dobrému předozadnímu poměru před maximálním ziskem. Maximální zisk by mohl být zvýšen o 0,5 až 1 dB; ovšem za cenu horšího předozadního poměru a relativně velkých postranních laloků. V popisovaném provedení lze anténu s úspěchem použít v těch lokalitách, kde úroveň signálu dvou různých převáděčů v témež kanálu je řádově stejná a dochází k interferenci. Polarizace antény je samozřejmě vertikální. Při této polarizaci je vždy velmi obtížné zabezpečit co možná nejméně vazbu s nosným stožárem. Konstrukce antény vychází z vertikální všešměrové antény, elektricky izolované od napájecího kabelu a nosného stožáru vyláděným rezoná-

torem. Tento rezonátor je tvořen souosým kabelem svinutým do cívky, přičemž rozměry kostry cívky a počet závitů jsou navrženy tak, aby proud tekoucí zpět po vnějším povrchu napájecího kabelu byl zeslaben velkou impedancí rezonátoru. Aktivní zářič je zhotoven z úseků souosých kabelů 50 a 75 Ω tak, aby celková vstupní impedance směrové antény byla 50, příp. 75 Ω.

Celkové schéma antény je na obr. 1. Elektrické schéma vlastního zářiče pro obě vstupní impedance je na obr. 2. Vypočítaný a změřený zisk antény je 9,5 dB. Šířka pásmo směrové antény je dána jednou průběhem vstupní impedance a jednak tvarem vyzařovacích diagramů. U vyzařovacích diagramů jsem jako kritérium šířky pásmo stanovil, aby vyzařování bylo potlačeno ve všech nezádoucích směrech (kromě hlavního svazku) minimálně o 20 dB. Jako impedanční kritérium jsem stanovil napěťový činitel stojatého vlnění nižší než 1,6. Z tohoto důvodu hlavní vliv na stanovení výsledné šířky pásmo má právě vyzařovací diagram. Šířka pásmo potom vychází od 145 do 146 MHz.

## Konstrukce antény

Jak již bylo zmíněno, aktivní zářič je celý zhotoven z úseků běžně vyráběných souosých kabelů. Výhodou tohoto řešení je snadná a spolehlivá realizovatelnost. Konstrukce zářiče je na obr. 3. Často bývají publikovány různé směrové antény i soustavy jenom schematicky a nejsou popsaný přesné průměry použitých trubek pasivních prvků a není nakreslen způsob připojení napájecího kabelu. Při výrobě antény podle takového popisu je výsledek většinou velmi problematický. V pásmu 145 MHz je např. velmi důležité dodržet míry vlastního, zářiče a hlavně prvního a druhého direktoru s přesností ± 1 mm. Přestože souosé kably v současné době jsou většinou nedostupným materiálem, předpokládám, že tak malé úseky této kabelu je možno si opravit.

Konstrukce zářiče směrové antény, se vstupní impedancí 75 Ω se mírně liší od konstrukce se vstupní impedancí 50 Ω. Shodný pro obě vstupní impedance je ➤

Jmenovitá kapacita [ $\mu F$ ]	Typové označení				
	TE 131	TE 132	TE 133	TE 134	TE 135
	Jmenovité napětí [V]				
	6,3	10	16	25	40
	Velikost/max. impedance [ $\Omega$ ] při 10 kHz (20 °C)				
0,22 (0,33)					1/150
0,47 (0,68)					1/105
1 (1,5)					1/75
2,2 (3,3)					1/55
4,7 (6,8)	1/25				1/34
10 (15)	1/17	1/27			
22 (33)	2/14,5		2/15,5		
47	3/7		3/5		
	3/3,0				

Poznámka: Kapacity v závorkách se dodávají po dohodě s výrobou

## Soutěže časopisu AR v roce 1985

Redakce AR vás srdečně zve k účasti ve dvou již tradičních soutěžích:

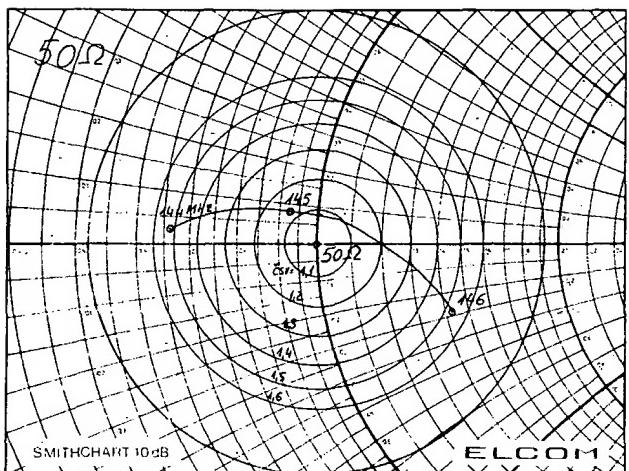
### KONKURS AR '85

o nejlepší a nejzajímavější amatérské konstrukce elektronických přístrojů. Redakce AR jej pořádá ve spolupráci s pobočkou ČSVTS elektrotechnické fakulty ČVUT v Praze. Cílem konkursu je podporovat konstrukční činnost a získávat pro naše čtenáře prostřednictvím časopisu AR hodnotné konstrukční návody. Uzávěrka konkursu je každoročně v září. Nejlepší konstrukce získávají finanční odměnu. Sledujte časopis AR, v němž budou v čísle 2/1985 zveřejněny podrobné podmínky.

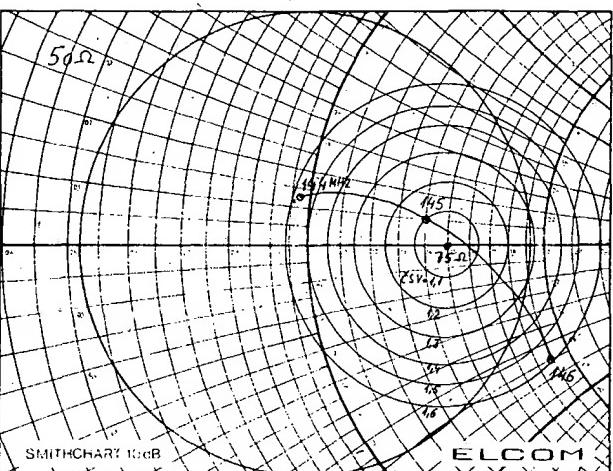
### NAPIŠTE TO DO NOVIN '85

je dopisovateckou soutěží pořádanou každoročně při příležitosti Dne tisku, rozhlasu a televize. Jejím posláním je propagovat činnost radio klubů, hifí klubů a klubů elektrotechniky Svazarmu v tisku, určeném široké (neradiamatérské) veřejnosti. Nejaktivnější a nejlepší přispěvatelé do našich novin a časopisů, (s výjimkou AR a RZ) jsou odměněni. Uzávěrka soutěže každoročně v červnu, vyhlášení výsledků a podmínek nového ročníku vždy v září (AR A9).

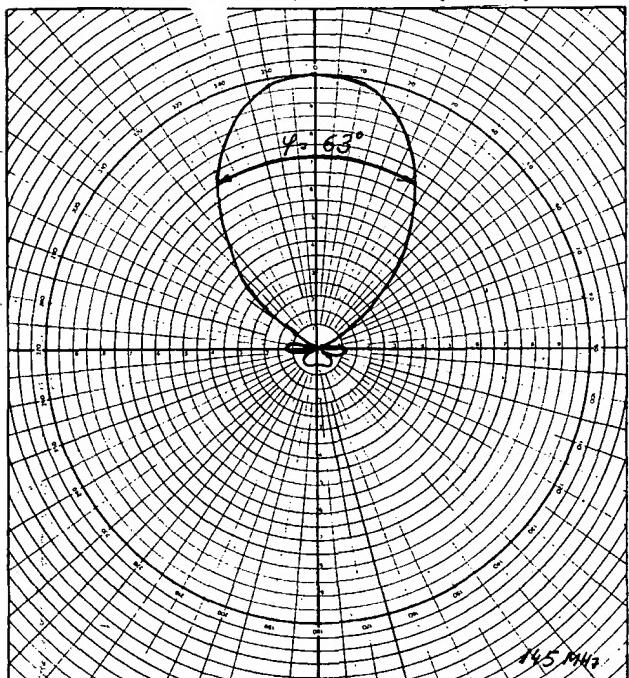




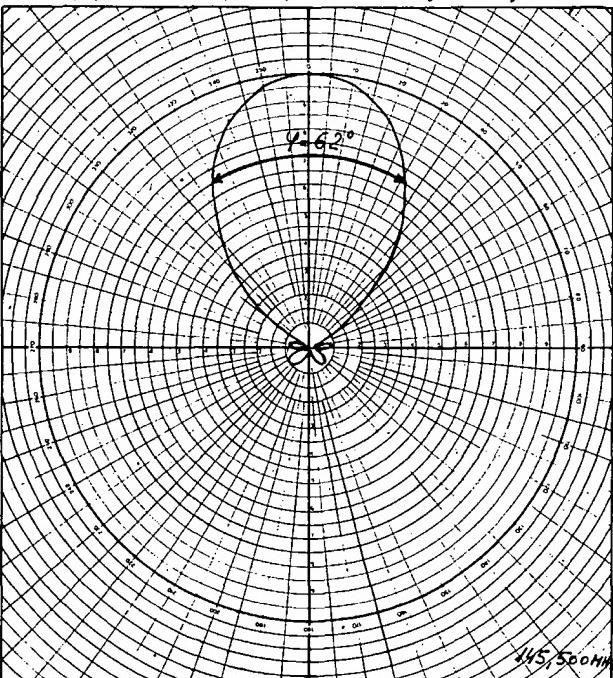
Obr. 9. Průběh vstupní impedance antény varinty  $50 \Omega$



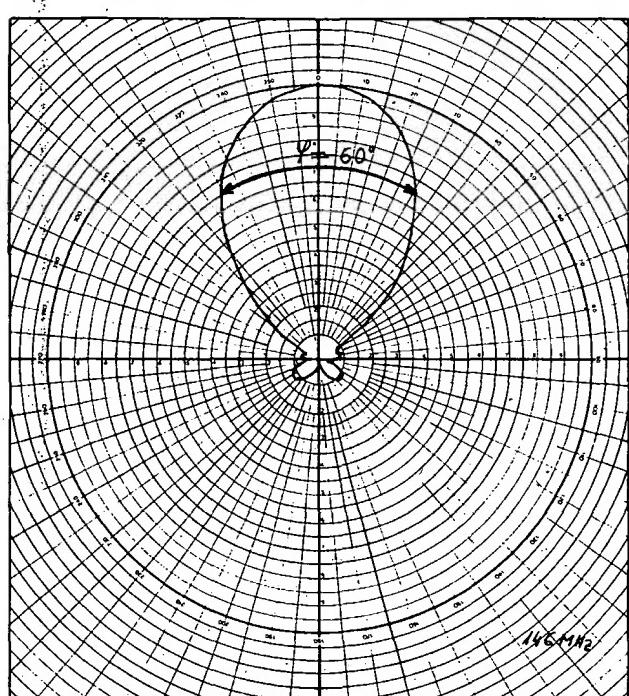
Obr. 10. Průběh vstupní impedance antény varinty  $75 \Omega$



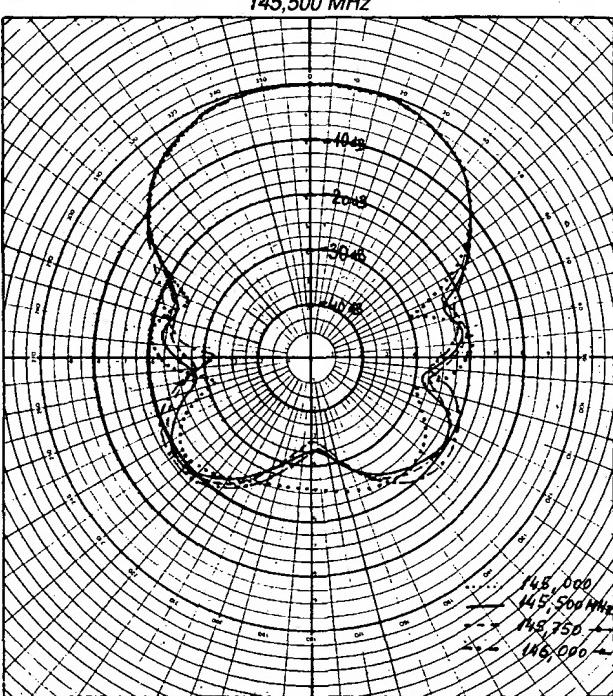
Obr. 11. Vyzařovací diagram v rovině H (horizontální) 145 MHz



Obr. 12. Vyzařovací diagram v rovině H (horizontální) 145, 500 MHz



Obr. 13. Vyzařovací diagram v rovině H (horizontální) 146 MHz



Obr. 14. Vyzařovací diagramy 145 MHz, 145, 550 MHz, 145, 750 MHz a 146 MHz v logaritmickém měřítku

# JEDNODUCHÁ METODA K URČOVÁNÍ EFEKTIVNÍ HODNOTY STŘÍDAVÉHO NAPĚtí V OBVODECH S TYRISTORY NEBO TRIAKY

Ing. Jan Musil

V poslední době jsem se několikrát setkal s případem, kdy bylo třeba změřit efektivní hodnoty proudu a napětí v obvodech napájených sice napětím sinusového průběhu, ale používajících k regulaci spinací prvky (např. tyristory nebo triaky). Napětí se reguluje změnou úhlu otevření spinacích prvků, čímž se na výstupu neobjeví celá sinusovka, ale pouze její část. Přitom vzniká mnoho vyšších harmonických, které způsobují chyby při měřeních obvyklými měřicími přístroji k měření napětí a proudu o kmitočtu rozvodné sítě 50 Hz. Dále popisovaný postup umožňuje přesněji stanovit efektivní hodnoty napětí a velikosti úhlů otevření spinacích prvků v obvodech uvedeného typu.

Postup lze rozdělit na dvě části: měření a jeho početní vyhodnocení.

Nejprve je třeba změřit střední a maximální hodnotu daného napěti. Střední hodnotu změříme velmi jednoduše voltmetrem s magnetoelektrickým (Deprézským) systémem s usměrňovačem. Tento měřicí systém měří střední hodnotu, stupnice přístroje je však značena v hodnotách efektivních. Značení ovšem platí v případě sinusového průběhu měřeného napětí, kdy platí  $U_{stf} = k_s U_{max}$ , přičemž poměr střední hodnoty k maximální (vrcholové)  $k_s = 0,637$ . Současně platí též  $U = k_s U_{max}$ , přičemž poměr efektivní hodnoty k vrcholové  $k_e = 0,707$ . Nyní můžeme určit činitel tvaru  $k_t = k_e/k_s = 1,11$ , tj. poměr efektivní hodnoty ke střední hodnotě.

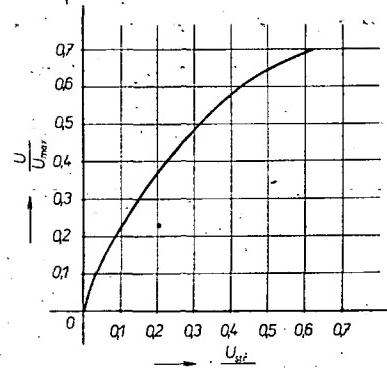
Tento poměr však není v obvodech se spinacími prvky konstantní, pohybuje se v širokém rozmezí podle velikosti úhlu otevření. (V závěru článku bude odvozeno, že činitel tvaru  $k_t = 1,11$  je nejmenším činitelem tvaru, neboť poměr  $U/U_{stf}$  se zvětšuje až na 6,9.)

V našem případě měříme střední hodnotu napětí magnetoelektrickým měřidlem (voltmetrem) s usměrňovačem. Údaj, přečtený ze stupnice, dělíme číslem 1,11, čímž obdržíme skutečnou střední hodnotu napětí bez ohledu na jeho průběh. Jako voltmetr lze použít např. Avo-met na střídavém rozsahu. Stupnice je značena v efektivních hodnotách, avšak pouze pro sinusový průběh kmitočtu 50 Hz. Proto je tedy třeba dělit údaj číslem 1,11, abychom získali střední hodnotu napětí  $U_{stf}$ .

Maximální hodnotu  $U_{max}$  napětí změříme podle obr. 1, a to voltmetrem připojeným paralelně ke kondenzátoru C, který je nabijen přes diodu D na maximální hodnotu napětí. Podmínkou, zaručující malou chybu měření, je velký vnitřní odpor  $R_{iv}$  voltmetru. Vyhoví voltmetr s vnitřním odporem rovným nebo větším než 10 k $\Omega$ /V. Měříme na stejnomořném rozsahu voltmetru. Naměřený údaj je maximální hodnotou napětí,  $U_{max}$ .

Nyní lze z naměřených údajů  $U_{stf}$  a  $U_{max}$  stanovit efektivní hodnotu napětí,  $U$ , a úhel otevření  $\alpha$ . Na obr. 2 je znázorněn příklad průběhu napětí na zátěži, napájené přes např. triakový regulátor.

Triak spiná v časech  $t_1$  a  $t_2$ . Na obr. 3 tentýž průběh napětí s ohledem na jednodušší výpočet integrálů. Předpokladem správnosti výpočtu je symetrie napětí v obou půlpériodách.



Obr. 4.

přičemž platí

$$\alpha + \alpha_0 = \pi \quad (5)$$

Střední hodnota  $U_{stf}$  sinusového napětí s daným úhlem otevření  $\alpha$  se spočítá

$$U_{stf} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi U_{max} \sin \alpha \, d\alpha \quad (6)$$

$$U_{stf} = \frac{1}{\pi} U_{max} (1 - \cos \alpha) \quad (7)$$

Z rovnice (7) se vypočítá

$$\cos \alpha = 1 - \pi \frac{U_{stf}}{U_{max}} \quad (8)$$

Z rovnice (8) lze vypočítat úhel otevření  $\alpha$

$$\alpha = \arccos \left( 1 - \pi \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right) \quad (9)$$

Efektivní hodnota  $U$  sinusového napětí se při daném úhlu otevření  $\alpha$  spočítá

$$U = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^\pi U_{max}^2 \sin^2 \alpha \, d\alpha} \quad (10)$$

$$U = \frac{1}{\sqrt{\pi}} U_{max} \sqrt{\frac{\alpha}{2} - \frac{1}{4} \sin 2\alpha} \quad (11)$$

Do rovnice (11) je třeba dosadit za  $\alpha$  a za  $\sin \alpha$ ; z výrazu

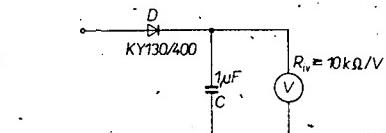
$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha \quad (12)$$

dostaneme po úpravě

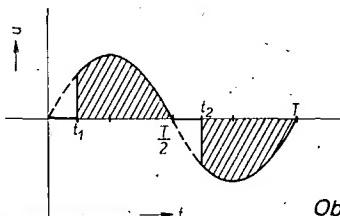
$$\sin 2\alpha = \dots \quad (13)$$

$$= 2 \left( 1 - \pi \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right) \sqrt{2\pi} \frac{U_{stf}}{U_{max}} - \pi^2 \left( \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right)^2$$

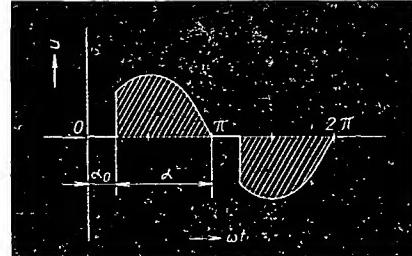
Dosadíme-li do rovnice (11) výrazy (9) a (13), dostaneme po úpravě



Obr. 1.



Obr. 2.



Obr. 3.

Ze souvislosti obr. 2 a obr. 3 vyplývá

$$(T/2 - t_1)\omega = \alpha \quad (1)$$

$$(T - t_2)\omega = \alpha \quad (2)$$

$$t_1\omega = \alpha_0 \quad (3)$$

$$(t_2 - T/2)\omega = \alpha_0 \quad (4)$$

$$U/U_{max} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{1}{2} \arccos \left( 1 - \pi \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right) - \frac{1}{2} \left( 1 - \pi \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right) \sqrt{2\pi} \frac{U_{stf}}{U_{max}} - \pi^2 \left( \frac{U_{stf}}{U_{max}} \right)^2} \quad (14)$$

$U_{stf}/U_{max}$	0	0,001	0,005	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,070	0,10	0,12
$\alpha [^\circ]$	0	4,5	10,2	14,4	20,4	25,1	29,0	32,6	38,7	46,7	51,5
$U/U_{max}$	0	0,007	0,024	0,041	0,068	0,093	0,115	0,135	0,173	0,224	0,256
$k_t$	-	7,268	4,856	4,078	3,421	3,084	2,863	2,701	2,471	2,242	2,131

$U_{stf}/U_{max}$	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,30	0,33	0,36	0,40
$\alpha [^\circ]$	55,9	60,2	64,2	68,2	72,0	75,8	81,3	86,7	92,1	97,5	104,9
$U/U_{max}$	0,286	0,314	0,341	0,367	0,392	0,415	0,449	0,481	0,512	0,540	0,575
$k_t$	2,039	1,961	1,894	1,834	1,780	1,730	1,664	1,605	1,550	1,500	1,438

$U_{stf}/U_{max}$	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52	0,55	0,58	0,60	0,62	0,636
$\alpha [^\circ]$	110,5	114,4	120,5	124,8	129,3	136,7	145,3	152,2	161,4	180
$U/U_{max}$	0,599	0,615	0,636	0,649	0,661	0,678	0,691	0,699	0,705	0,707
$k_t$	1,394	1,366	1,325	1,298	1,272	1,232	1,192	1,165	1,136	1,111

# Dělička kmitočtu do 200 MHz

František Andrlík, OK1DLP

Dělička kmitočtu umožňuje zvýšit mezní kmitočet čítače osazených obvody TTL z 10 až 30 MHz na 200 až 260 MHz, čímž se při nízkých nákladech rozšířuje použití stávajících čítačů a ušetří se výdaje na nákup nových přístrojů. Použité integrované obvody ECL jsou do ČSSR dováženy z SSSR [1]. Popsané zapojení bylo uveřejněno v [2] — zapojení jsem ověřil.

## Technické údaje

Dělicí poměr:	1:10.
Vstupní citlivost:	5 až 100 mV, závisí na kmitočtu (obr. 3).
Vstupní odpor:	50 Ω (75 Ω).
Max. trvalé vstupní napětí:	5 V, ss, 2 V st.
Výstupní mezivrcholové napětí:	400 mV, pravoúhlé, superponováno na +3,5 V (obr. 4).
Výstupní odpor:	50 Ω (75 Ω).
Výstupní odpor čítače:	50 Ω až 1 MΩ.
Napájení:	5 V/150 mA (záporný pól spojen se zemí).
Rozměry:	90 × 36 × 23 mm.

## Popis činnosti

Děličku, jejíž schéma je na obr. 1, tvoří vstupní zesilovač, tvarovač a dělič deseti. Jako zesilovač a tvarovač je použit trojnásobný linkový přijímač ECL. Vstupní signál se vede přes vazební kondenzátor C1 na jeden vstup diferenčního zesilovače IO1/2, R1 určuje vstupní odpor děličky, C2 zlepšuje přenos při vyšších kmitočtech. Druhý vstup zesilovače je střídavě uzemněn kondenzátorem C3. Na oba vstupy je přivedeno poloviční napájecí napětí přes sériové rezistory R5 a R6 z děliče tvořeného rezistoru R3 a R4. Pro ochranu vstupu zesilovače jsou zapojeny diody D1 a D2 se sériovým rezistorem R2. Tento obvod omezuje přepětí, které se mohou objevit na vstupu. V zapojení není využit druhý diferenční zesilovač IO1/1, čímž se zvětší stabilita zesilovače a citlivost je přesto dostatečná. Volné vstupy však nesmí zůstat odpojené, proto jsou spojeny s výstupy. Rezistor R7 je zatěžovacím odporem prvního diferenčního zesilovače.

a R4. Pro ochranu vstupu zesilovače jsou zapojeny diody D1 a D2 se sériovým rezistorem R2. Tento obvod omezuje přepětí, které se mohou objevit na vstupu. V zapojení není využit druhý diferenční zesilovač IO1/1, čímž se zvětší stabilita zesilovače a citlivost je přesto dostatečná. Volné vstupy však nesmí zůstat odpojené, proto jsou spojeny s výstupy. Rezistor R7 je zatěžovacím odporem prvního diferenčního zesilovače.

Dále následuje Schmittův klopový obvod, který ze vstupního signálu různého průběhu tvaruje pravoúhlé impulsy až do kmitočtu 200 MHz. Délka náběžné a sestupné hrany na výstupu tvarovače je asi 2 ns a amplituda 0,8 V. Rezistory R10 a R11 tvoří zátěž výstupů, R8 a R9 je nastavena citlivost tvarovače. Z tvarovače se vede signál na děličku deseti, sestavenou ze čtyř klopových obvodů ECL typu D. Klopový obvod IO2/2 dělí dvěma. Dělič pěti je sestaven z klopových obvodů IO2/1, IO3/1, IO3/2. Rezistory R12 až R17 tvoří zátěž výstupů, R18 určuje výstupní odpor děličky. Dělič pěti pracuje jako posuvný registr s přičními vazbami. Pro zkrácení délky čítání ze 6 na 5 jsou výstupy IO3/1 a IO3/2 spojeny. Toto spojení je možné, protože výstupy klopových obvodů jsou nezatištěné emitorové sledovače. Podmínkou je připojení zatěžovacích rezistorů na výstupy.

Napájecí napětí je připojeno na vývody 1 a 16 IO. Záporný pól, spojený se společnou zemí, je přiveden na vývod 8 IO. Kladné napájecí napětí je blokováno proti zemi kvalitními keramickými kondenzátory.

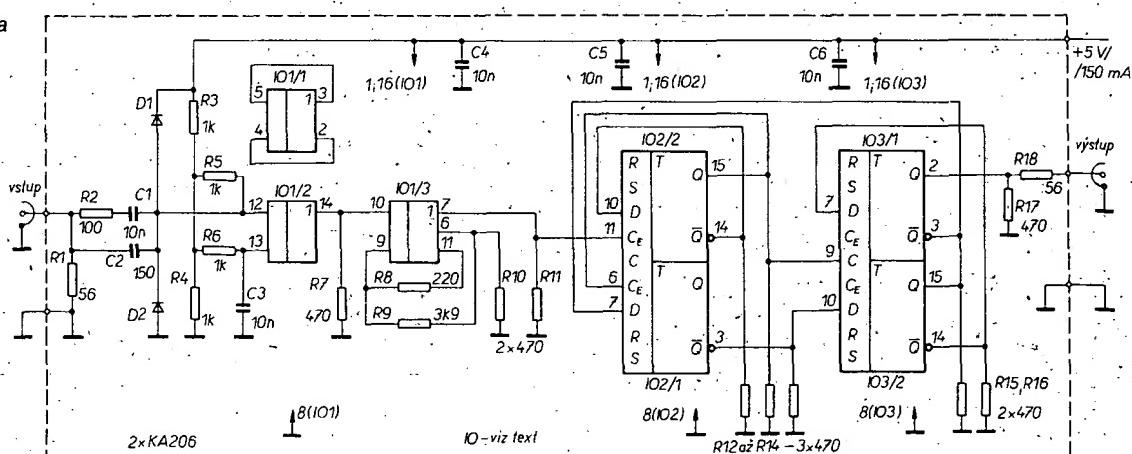
## Konstrukce děličky

Dělička je sestavena na oboustranné desce s plošnými spoji 65 × 32,5 mm. Ze strany součástí je souvislá měděná fólie, která tvoří zemní plochu. Kolem děl, které nejsou spojeny se zemí (na obr. 5 bez křížku), je odstraněna zemní fólie vrtáčem o průměru asi 3 mm. Vývody součástí spojené se zemí jsou označeny křížkem a pájíme je jen ze strany součástí. Všechny součásti pájíme s co nejkratšími přívody (1 až 2 mm), avšak čepičky rezistorů se nesmí dotýkat zemní fólie. Nesmíme zapomenout na drátovou spojku, která je pod IO3 (izolace nejlépe silikonová - bužírka). Obvody K100 ... jsou v plochých pouzdrech, rozteč vývodů je 1,25 mm. Vývody je nutné patřičně vyvarovat tak, aby se do děl v desce vešly a byly co nejkratší. Děličku je vhodné umístit do stínící krabičky (např. poocívaného plechu tloušťka 0,5 mm). Vstup a výstup děličky jsou vyvedeny nejlépe souosými konektory (BNC). Nejsou-li, stačí vyvést jen souosé kablíky. Celková sestava krabičky je na obr. 2. Je-li dělička vestavěna přímo v čítači, je vhodné ji umístit blízko vstupnímu konektoru. Napájení děličky je možné vyvést z čítače na zdíru, umístěnou na předním panelu. U výstupního konektoru děličky je vyvrácena díra pro izolovaný kabel s banánkem, kterým se přivádí kladné napájecí napětí 5 V na děličku. Záporné napětí je spojené se zemí a jde přes stínění souosého kabelu.

## Montáž

Po fotografování zkontrolujeme osazenou desku a děličku připojíme přes ampérmetr na zdroj +5 V. Odebírány proud je asi 150 mA. Pak můžeme kontrolovat vstupní citlivost děličky ▶

Obr. 1. Schéma děličky



► Výpočet poměru  $U/U_{\max}$  z rovnice (14) je poměrně složitý, proto jsem se rozhodl vypočítané výsledky uspořádat přehledně do tabulek.

Příklad použití tabulky:

Naměřené údaje:  $U_{\text{stř}} = 102 \text{ V}$ ,  $U_{\max} = 307 \text{ V}$ .

Vypočítáme poměr  $U_{\text{stř}}/U_{\max} = 102/307 = 0,332$ .

Tomu odpovídá v tabulce nejbližší údaj

0,33. Je-li třeba počítat přesněji, lze použít lineární interpolaci. Uvědomíme-li si však, jak přesně jsme schopni měřit napětí, bude výpočet dostatečně přesný i bez interpolace.

Z tabulky zjištěné údaje:

úhel otevření  $\alpha = 92,1^\circ$ ,  $U/U_{\max} = 0,512$ ,  $k_1 = 1,550$ .

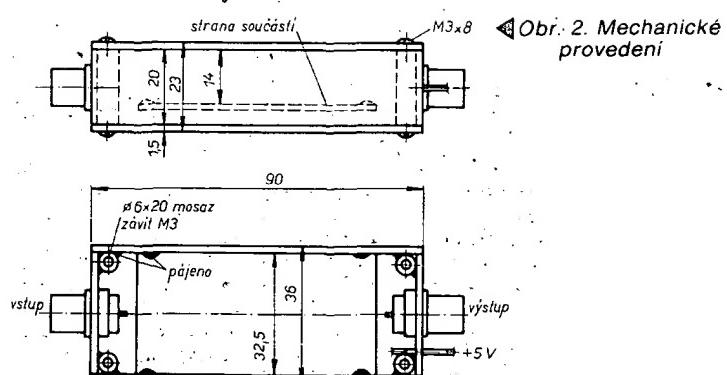
Dále se vypočítá efektivní hodnota napětí

$$U = 0,512U_{\max} = 0,512 \cdot 307 = 157 \text{ V}$$

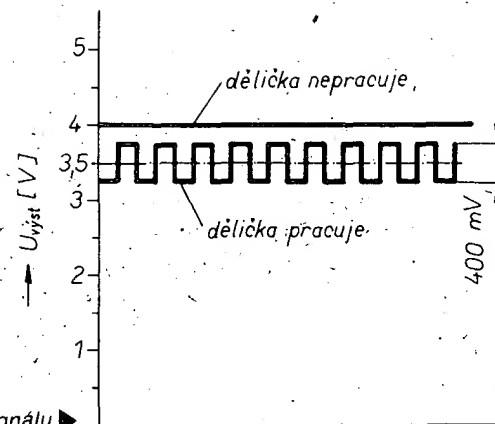
Na obr. 4 je závislost  $U/U_{\max}$  jako funkce  $U_{\text{stř}}/U_{\max}$ . Odtud je mimo jiné zřejmé, že činitel  $k_1$  není konstantní.

## Literatura

- Haškovec, J.; Lstibůrek, F.; Žíka, J.: Tyristory. SNTL, Praha 1972.  
Bartsch, H. J.: Mathematische Formeln. VEB Fachbuch Verlag, Leipzig 1977.

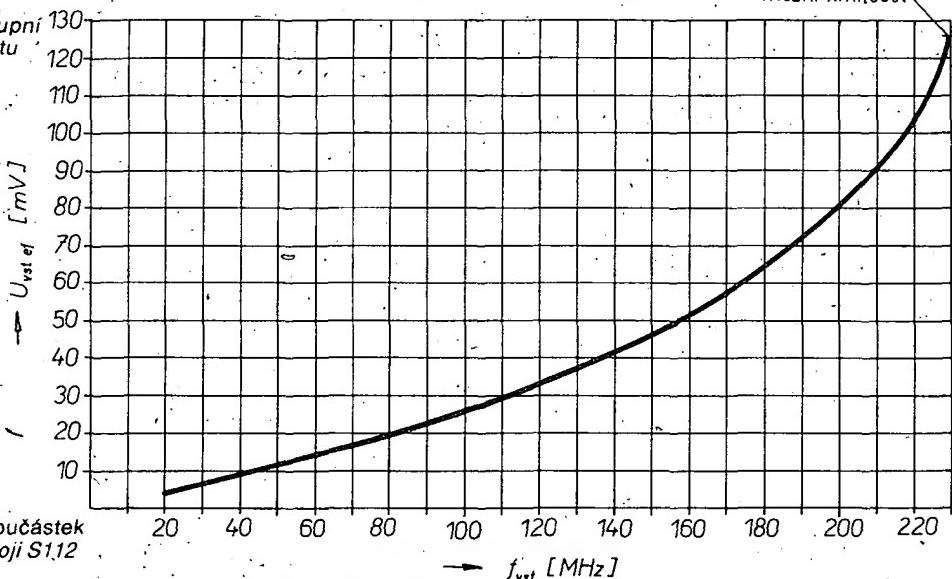


Obr. 2. Mechanické provedení

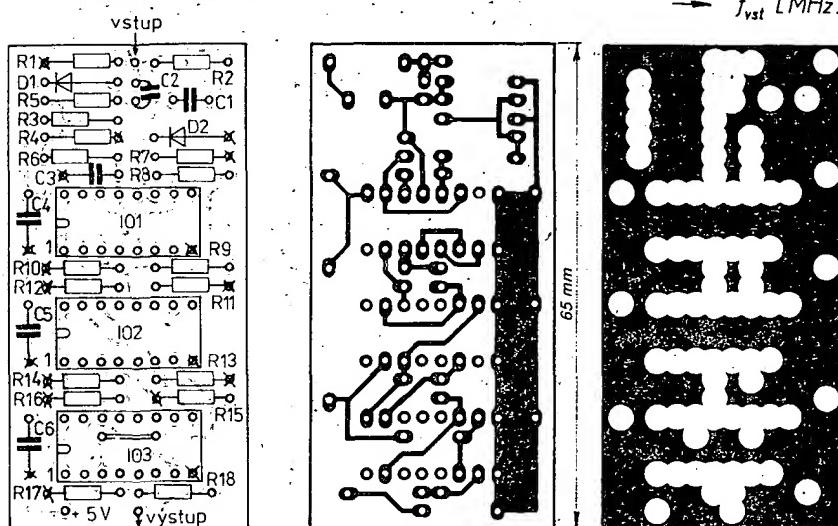


Obr. 4. Tvar výstupního signálu

Obr. 3. Závislost vstupní citlivosti na kmitočtu



Obr. 5. Rozmístění součástek a deska s plošnými spoji S1/12



R1	D1, D2	C1, C3, C4, C5, C6	K500TM231, K100TM231, MC10131P, MC10231P)
R5			KA206 (Si rychlá spínací)
R30			10 nF/40 V, TK744 (2,2 až 22 nF) - nesmí být TK782—783!
R49	D2		C2 150 pF/40 V, TK774 (100 až 220 pF)
R60		R7	R1, R18 56 (75) Ω, TR 212 (TR 151, TR 191)
C3		R8	R2 100 Ω, TR 212 (TR 151, TR 191)
C4			R8 220 Ω, TR 212 (TR 151, TR 191)
			R7, R10 až R17 470 (560) Ω
			R3 až R6 1 kΩ (820 až 1200 Ω)
			R9 3,9 (3,3) kΩ

v závislosti na kmitočtu pomocí výgenerátoru, připojeného souosým kabelem na vstup děličky, a čítače nebo osciloskopu, připojeného na výstup. Změřené údaje na vzorku osazeném obvody K100... jsou na obr. 3 a 4. Při měření s čítačem volíme vazbu vstupu stejnospodovou, abychom vyloučili výstupní mezivrcholové napětí asi 0,4 V má dostatečnou úroveň pro všechny čítače. Při připadném připojení rovnou na vstup logiky TTL je nutno zařadit převodník ECL/TTL s jedním spínacím tranzistorem p-n-p.

Sovětské obvody K500 a K100 lze bez změny zapojení nahradit obvody typu MC10... (Motorola). K500

a MC10... jsou v běžných plastických pouzdrách se 16 vývody, K100 jsou v plochých keramických pouzdrách s roztečí vývodů 1,25 mm. Obvody K500TM231, MC10131 a K100TM131 mají mezní katalogový kmitočet 160 MHz, ale v běžných podmírkách pracují až do 220 MHz. Při použití rychlejších obvodů K500TM231 (K100, MC10231) lze dosáhnout mezního kmitočtu až 260 MHz.

#### Seznam součástek

IO1	K500LP116 K500LP216, MC10116P,	(K100LP116, K100LP216, MC10216P)
IO2, IO3	K500TM131	(K100TM131,

#### Závěr

Dělička je jednoduchá, nevyžaduje žádné nastavování a při dobrých součástkách pracuje na první zapojení. Kromě užití jako předráždny děliček k čítači je ji možné použít také jako první stupeň pro programovatelné děliče fázově řízených (PLL) oscilátorů např. v pásmu 145 MHz.

#### Literatura

- [1] TESLA Rožnov: Přehled IO soc. zemi doporučených k použití ve výpočetní a automatizační technice. Březen 1981
- [2] Birjukov, S.: Cifrovoj častotomér. Radió (SSSR) č. 10/1981, s. 44